



**PROGER**

# WATER ECONOMY IN ITALY

**WATER TARGET 2040**  
per la pianificazione della sicurezza idrica in Italia

A CURA DI  
**ERASMO D'ANGELIS e MAURO GRASSI**



**EWA**

FONDAZIONE  
EARTH AND  
WATER AGENDA



# WATER ECONOMY IN ITALY

## WATER TARGET 2040 per la pianificazione della sicurezza idrica in Italia

---

Primo report sullo stato della risorsa  
e delle sue infrastrutture in Italia

Analisi dei deficit e del fabbisogno  
di investimenti in tutti i settori di utilizzo

---

### WATER DATA

Piogge · Qualità e quantità di risorsa disponibile · Acque superficiali e sotterranee ·  
Distribuzione territoriale · Capacità di accumulo · Prelievi e dispersioni ·  
Utilizzi in agricoltura, industria, civile, energia · Infrastrutture idriche ·  
Depurazione e infrazioni Ue · Riuso · Regolazione · Gestioni · Investimenti · Tecnologie ·  
Azioni per ridurre gli impatti del cambiamento climatico

Proger S.p.A.  
Via Valadier, 42 - 00193 Roma  
www.proger.it

Tutto ciò che è riportato su questa pubblicazione, contenuti, testi, immagini, il logo, il lavoro artistico e la grafica sono di proprietà della società, sono protetti dal diritto d'autore nonché dal diritto di proprietà intellettuale. Sarà quindi assolutamente vietato copiare, appropriarsi, ridistribuire, riprodurre qualsiasi frase, contenuto o immagine presente su questa pubblicazione perché frutto del lavoro e dell'intelletto dell'autore stesso.

È vietata la copia e la riproduzione dei contenuti e immagini in qualsiasi forma.  
È vietata la redistribuzione e la pubblicazione dei contenuti e immagini non autorizzata espressamente dall'autore.

Copyright © 2023 · Proger S.p.A. · all rights reserved.

A CURA DI  
ERASMO D'ANGELIS E MAURO GRASSI

 EWA | FONDAZIONE  
EARTH AND  
WATER AGENDA



# Indice

Premessa	11
1. Precipitazioni piovose e nevose in Italia	19
2. Le acque di superficie	29
3. Le acque sotterranee	39
4. Dighe e invasi per immagazzinare più acqua	51
5. Uso dell'acqua in agricoltura	95
6. Uso dell'acqua nel settore industriale	101
7. Uso dell'acqua nel Servizio Idrico Integrato	109
8. Smart Water Grid. Nuove tecnologie per l'acqua	139
9. La rigenerazione e il riuso delle acque reflue	147
10. La dissalazione	153
11. Energia dall'acqua. L'idroelettrico italiano	163
12. Il clima e l'impatto sulle risorse idriche	169
Appendice Legislativa	185



# Premessa

**È** una questione di tempo. È una corsa contro il tempo perché, per le acque italiane, il futuro è già il tempo che viviamo.

Sono molto chiari i danni e i nostri punti deboli, a partire dall'impreparazione generale del sistema Paese di fronte a problemi che necessiterebbero di uno scatto sia nelle politiche che negli investimenti. Le ricorrenti crisi idriche potrebbero, infatti, rivelarsi ancor più impattanti e preoccupanti della crisi energetica, o di altre crisi. La velocità del cambiamento climatico e dei suoi effetti sulla nostra principale e fondamentale risorsa in tutte le sue forme, rendono ormai da tempo ben visibili i nostri deficit analizzati in questo report, e così sintetizzati:

- › obsolescenza della nostra dotazione di infrastrutture idriche e di tecnologie in particolare nelle Regioni del Sud;
- › aumento progressivo di sprechi e perdite nei settori di utilizzo;
- › carenza o mancanza di controlli e valutazioni sugli utilizzi complessivi;
- › mancanza di un realistico piano nazionale di nuove infrastrutture idriche;
- › carenza o assenza di capacità industriali nelle gestioni comunali;
- › insufficienti conoscenze e frammentazione delle attività di monitoring della risorsa;
- › eccessiva frammentazione di competenze istituzionali e di “decisori” pubblici che non ha eguali con le altre risorse del Paese ed è un ostacolo agli investimenti e fonte di continui rinvii e di irrisolte crisi.

Nella generale sottovalutazione complessiva dei rischi, gli effetti sulle acque sono sempre più evidenti:

- › circa 20.000 km<sup>2</sup> di territorio costiero già in desertificazione anche per l'intrusione del cuneo salino nelle falde dolci;
- › aree interne e costiere colpite da sempre più prolungate fasi di siccità con stati di emergenza ed elevati costi che nel solo settore agricolo e per la sola siccità 2022 sono pari a oltre 6 miliardi di euro;

- › carenza nello stoccaggio di risorsa dovuta all'interruzione della pianificazione e realizzazione di nuove dighe e invasi, al progressivo “interramento” e al mancato “svuotamento delle infrastrutture esistenti, e alla estrema lentezza delle procedure burocratiche e autorizzative nella realizzazione dei collaudi;
- › deficit di nuove fonti di risorsa recuperabili attraverso l'aumento delle attività di controllo e delle tecnologie per la riduzione delle perdite in rete, con la ricarica delle falde, e integrando nella gestione idrica complessiva tecnologie per la dissalazione e il recupero e utilizzo delle acque reflue e piovane.

Mai, come oggi, bisogna creare le condizioni per avviare soluzioni industriali credibili, sostenibili, a portata di mano vista l'enorme capacità progettuale e realizzativa, finanziaria, tecnologica e scientifica dimostrata nei vari comparti italiani del settore idrico da aziende, Multiutility e da gruppi industriali tra i più dinamici e tra i più avanzati su scala mondiale, ma che operano con realizzazioni innovative soprattutto in altre aree del mondo. Gli scenari previsionali sono senza precedenti, ma c'è un solo modo per affrontarli, ed è quello di non subirli passivamente nella rassegnata gestione della sequenza di problematiche. Occorre anticipare i problemi il più possibile, modernizzando l'intero comparto di utilizzo nel settore idrico. Non si può pensare di risolvere il problema di un solo settore, o mitigare con soluzioni temporanee uno dei tanti problemi che si presentano. Ma c'è bisogno di un ambizioso Piano nazionale integrato, che renda l'acqua una “risorsa ridondante”, la cui disponibilità non possa mai essere messa in discussione né dal punto di vista quantitativo né dal punto di vista qualitativo, e che resti sempre strutturalmente “oltre” il livello dei fabbisogni ritenuti necessari.

Per questo servono scelte e azioni immediate e coordinate sul piano legislativo, per la formazione di un budget di investimenti a media-lunga scadenza, per la pianificazione di opere e interventi che necessariamente, vista l'importanza strategica della risorsa acqua per tutti gli usi, dovrebbe essere sovraordinata, e deve poter avere effetti evidenti già nei prossimi anni.

L'utilità del Piano è dimostrata dall'ultimo intervento pubblico nel settore con gli "Schemi idrici" predisposti dal "Piano Generale degli acquedotti" del 1963. Oggi, facciamo fronte alle tante crisi idriche in tante aree del Paese con quanto la politica, dall'immediato dopoguerra, di fronte alla distruzione di infrastrutture idriche o alla loro estrema carenza, ha saputo realizzare. Sono state queste le robuste premesse infrastrutturali che oggi devono essere affiancate da altrettante robuste premesse infrastrutturali e tecnologiche, rimodulando e rafforzando anche le dotazioni finanziarie pubbliche per raggiungere la *sicurezza idrica*.

## Quanta acqua abbiamo

Diciamo subito che noi italiani abbiamo la grande fortuna di essere beneficiati da una straordinaria dotazione di acque presenti in superficie e nel sottosuolo. Esse sono in *perpetuo moto*, come le definiva Leonardo da Vinci, perché sono continuamente rinnovate e alimentate da copiose precipitazioni medie atmosferiche, e perché sono tra loro interagenti tra loro grazie allo stupefacente meccanismo naturale del ciclo idrologico con la successione dei fenomeni di circolazione dell'acqua nei suoi cambiamenti di stato: evaporazione, condensazione, precipitazione e infiltrazione.

Le nostre acque sono, quindi, risorse *dinamiche e rinnovabili*. Probabilmente non è escluso che anche il sottosuolo profondo della nostra penisola, geologicamente la più giovane terra del Pianeta emersa dalle acque dell'Oceano Mare "appena" 500 milioni di anni fa, conservi depositi geologici e fossili secolari di acque, come in aree del Pianeta sulle quali cadevano nei periodi geologici abbondanti precipitazioni e poi iniziò l'inaridimento, come nell'attuale deserto del Sahara, e le nuove condizioni climatiche non permettono un rifornimento e perciò hanno acquistato caratteri di *staticità*, come per i giacimenti petroliferi o metaniferi. Ad oggi non risultano individuate sacche di *risorse idriche statiche* che, essendo scarsamente o per nulla alimentate da infiltrazioni o da fonti naturali, se e quando vengono utilizzate il loro esaurimento è irrimediabile con l'impossibilità di ricostituzione. Tutte le nostre acque sotterranee sono *risorse dinamiche*, volumi d'acqua in movimento, alimentati da fonti idriche naturali, molto sfruttate ma si ricostituiscono naturalmente nel tempo, pur con variabili non indifferenti tra territori, e interagiscono sia con le reti superficiali di fiumi e torrenti di un bacino *idrografico*, sia con il sistema degli *acquiferi* in zone permeabili del sottosuolo.

In relazione agli usi dell'acqua, la scienza e classifica:

- › risorse naturali superficiali (corsi d'acqua, laghi naturali e artificiali, sorgenti) e sotterranee in falda;

- › risorse potenziali presenti nelle dighe e negli invasi;
- › risorse disponibili e utilizzabili, quelle prelevabili per i vari utilizzi e quindi dipendenti dalle capacità tecniche e infrastrutturali di prelievo e di conduzione là dove serve;
- › risorse non convenzionali, cioè "prodotte" da processi tecnologici come la dissalazione di acque marine e salmastre, e la rigenerazione delle acque inquinate attraverso la depurazione.

Per qualsiasi ipotesi di utilizzo, è fondamentale stimare il volume medio delle acque naturali annue disponibili, con le loro variazioni sia superficiali che sotterranee, sia tra bacini idrografici che all'interno dei bacini idrografici, sia tra aree regionali che tra aree interne alle stesse Regioni. Il particolare regime delle precipitazioni atmosferiche sul nostro territorio nazionale rende la loro distribuzione molto variabile nelle stagioni, molto determinata dalle molte zone climatiche, con evidenti surplus e altrettanti evidenti squilibri idrici dai rilevanti impatti dovuti anche ai cambiamenti meteo-climatici in corso. È fondamentale, quindi, stimare il volume medio della risorsa potenziale, le tipologie di utilizzo con le relative capacità, i fabbisogni di ogni comparto, la capacità di investimenti, i rischi da sfruttamento oltre i limiti.

## I dati

Come vedremo con le analisi di dettaglio e di comparto, se si confronta il livello medio delle precipitazioni annuali con il livello medio dei prelievi, ed ancor più con il livello medio degli utilizzi complessivi, in Italia non dovrebbero esistere problemi strutturali di carenza di acqua, e i problemi temporanei dovrebbero essere facilmente superati. Infatti, in termini di disponibilità di acqua su scala nazionale, i nostri dati sono da record europeo. La media della quantità di acqua caduta annualmente sull'Italia dal 2010 al 2022 si può valutare in una straordinaria dotazione pari a circa 301 miliardi di m<sup>3</sup>/anno, con il seguente bilancio idrico per aree territoriali:

### AFFLUSSI METEORICI SULL'ITALIA 2010-2022

Miliardi di m<sup>3</sup>

Italia Settentrionale	122,8
Italia Centrale	66,8
Italia Meridionale Isole comprese	111,4
<b>Territorio Nazionale</b>	<b>301</b>

Elaborazioni Fondazione Earth Water Agenda

### BILANCIO IDRICO NAZIONALE

301 miliardi di m<sup>3</sup> media anni 2010-2022

	1970	Valore %	2010-2022	Valore %
Evapotraspirazione	132,0	44,0	158,0	52,5
Deflussi superficiali e sotterranei	168,0	56,0	143,0	47,5
<b>Afflusso totale</b>	<b>300,0</b>	<b>100,0</b>	<b>301,0</b>	<b>100,0</b>

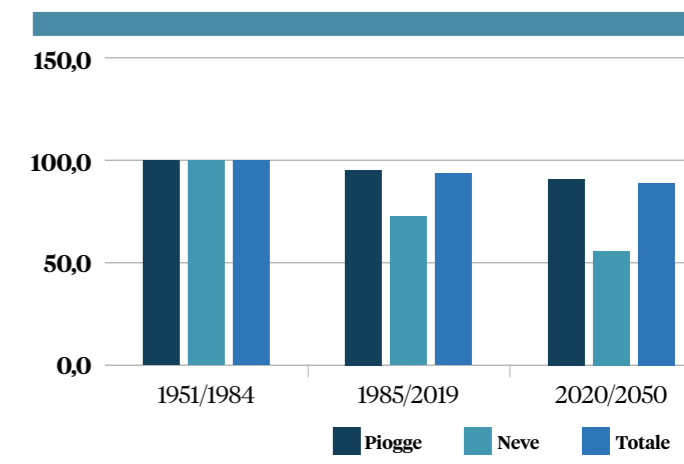
Elaborazioni Fondazione Earth Water Agenda

Ci sono, e potranno esserci in futuro, particolari annate siccitose con scarsi cumulati di precipitazioni. Il deficit dell'anno in corso segnala alert in almeno metà del territorio nazionale, e solo in alcuni casi temporanei, per condizioni strutturali di scarsità dovute a "incroci critici" tra cali di precipitazioni e cronici deficit di infrastrutture idriche. Generalmente, è in queste fasi secche che la condizione idrologica del nostro Paese in molte aree fa emergere il paradosso di essere ricchi di acque ma straordinariamente poveri di infrastrutture idriche per poterla gestire e utilizzare quando e dove serve. Il cambiamento climatico sta condizionando le nostre dotazioni idriche sostanzialmente su tre direttrici:

- › la maggiore frequenza di periodi siccitosi sempre più prematuri e più prolungati. Essi interessano e impattano ormai sull'intero territorio nazionale e non più soltanto alcune aree del Sud. Come abbiamo visto nelle ultime gravi siccità del 2017 e del 2022 e nei primi mesi del 2023, anche il Centro-Nord, dal bacino del Po all'Italia Centrale, ha sofferto mancanza di precipitazioni di pioggia e neve o la loro drastica diminuzione, registrata nel crollo verticale dei deflussi delle acque superficiali e delle acque sotterranee e degli accumuli nevosi;
- › l'aumento della temperatura, con particolare rilevanza nella stagione primaverile ed estiva, che aumenta l'evapotraspirazione riducendo le disponibilità di acqua per fini idropotabili, irrigui e più in generale per la tenuta dei nostri sistemi idrologici. Nello stesso tempo, l'aumento degli effetti di evapotraspirazione generano anche ulteriori perdite di disponibilità nella componente degli accumuli, e impattano nella fase di distribuzione e nella generazione di energia idroelettrica;
- › la sempre maggiore variabilità e intensità delle piogge genera, in aree territoriali sempre più ristrette e in tempi sempre più brevi, turbolenze e criticità di tipo idrogeologico. Tale variazione rende sempre meno scientificamente rilevante il riferimento al concetto dei "tempi di ritorno" di un evento meteo-climatico estremo, e sempre più rilevante l'aumento dei rischi di alluvioni con il corredo di frane.

### TREND DELLE PRECIPITAZIONI DI PIOGGIA E NEVE

Numeri indice 1951-1984=100



Elaborazioni Fondazione Earth Water Agenda

La disponibilità di acqua, come vedremo in dettaglio nel report, non è, per fortuna dell'Italia, un problema insolubile. Ma rischia di diventarlo nel futuro prossimo per la mancanza di una governance in grado di affrontarlo e di policy di medio-lungo periodo, e non solo con risposte-spot al verificarsi delle continue emergenze. In un Paese come Italia, l'equilibrio tra offerta e domanda di acqua può essere garantito nelle nostre molto diversificate aree territoriali. Se guardiamo la serie storica delle precipitazioni, il rifornimento dei nostri sistemi idrologici nel loro complesso sarebbero garantiti con surplus dei mesi wet, sempre in grado di superare il deficit dei mesi dry. Il problema è quindi nel deficit di infrastrutturazione che non copre l'intero territorio nazionale e non consente a tutti i territori una gestione integrata e sostenibile per tutti i fabbisogni.

### SURPLUS E DEFICIT STAGIONALI - 2050 DATI ISPRA

Miliardi di m<sup>3</sup>

	Oggi	2050
Surplus mesi piovosi	99,1	78,5
Deficit mesi secchi	-35,4	-42,9
<i>Valore percentuale Deficit/Surplus</i>	-35,8	-54,7
<b>Totale anno</b>	<b>63,6</b>	<b>35,5</b>

NOTA. Surplus e deficit sono calcolati tenendo conto dei seguenti flussi  
 A) Internal flow  
 B) fabbisogno per la vita ecologica dei fiumi e laghi  
 C) fabbisogno per usi antropici

Elaborazioni Fondazione Earth Water Agenda

Il patrimonio idrico di cui disponiamo sarebbe largamente sufficiente per garantire tutta l'acqua che occorre per tutti gli usi, e si tratta di acque di buona qualità, spesso di eccellente qualità

#### PRELIEVI DI ACQUA PER SETTORE E PER PROVENIENZA

Miliardi di m<sup>3</sup>

USO	ACQUA DI FALDA
Civile	8,1
Industria	2,3
Agricoltura	3,1
<b>Totale Acqua di falda</b>	<b>13,5</b>
	ACQUA DI SUPERFICIE
Civile	1,4
Industria	5,4
Agricoltura	13,9
<b>Totale Acqua di superficie</b>	<b>20,7</b>

Elaborazioni Fondazione Earth Water Agenda

#### SINTESI DEI CONSUMI E DEI FABBISOGNI DI ACQUA

	Unità di misura	1970	%	2011/2022	%	
Dati demografici	superficie totale	km <sup>2</sup>	302,07	-	302,07	-
	superficie irrigata	km <sup>2</sup>	33,00	-	24,1	-
	popolazione	mln	54,00	-	59,00	-
	deflusso medio annuo	mld m <sup>3</sup>	168,00	-	143	-
Fabbisogni	civili	mld m <sup>3</sup>	7,00	16,8	9,5	27,8
	irrigazione	mld m <sup>3</sup>	25,60	61,5	17	49,7
	energia termica	mld m <sup>3</sup>	3,00	7,2	1,6	4,7
	industria	mld m <sup>3</sup>	6,00	14,4	6,1	17,8
	totale	mld m <sup>3</sup>	41,60	100,0	34,2	100
	irrigazione per ha	m <sup>3</sup>	7.800,00	-	7.054,00	-
	totale per abitante	m <sup>3</sup>	770,00	-	580,00	-
Consumi	civili	mld m <sup>3</sup>	2,14	17,7	2,9	30,2
	irrigazione	mld m <sup>3</sup>	9,60	79,2	6,38	66,2
	energia termica	mld m <sup>3</sup>	0,08	0,7	0,04	0,4
	industria	mld m <sup>3</sup>	0,30	2,5	0,31	3,2
	totale	mld m <sup>3</sup>	12,12	100,0	9,63	100
	irrigazione per ha	m <sup>3</sup>	2.909,00	-	2.645,00	-
	totale per abitante	m <sup>3</sup>	224,00	-	163	-

Elaborazioni Fondazione Earth Water Agenda

#### ACQUA DI FALDA UTILIZZATA

Miliardi di m<sup>3</sup> media anni 2010-2022

	1970	Valore %	OGGI	Valore %
Italia settentrionale	8,6	66,2	7,3	54,5
Italia centrale	1,5	11,5	2,2	16,3
Italia meridionale	2,9	22,3	3,9	29,2
<b>TOTALE</b>	<b>13,0</b>	<b>100,0</b>	<b>13,4</b>	<b>100,0</b>

#### PRELIEVI E PERDITE COMPLESSIVI DI ACQUA

Miliardi di m<sup>3</sup>

	1970 Prelievi	2022 Prelievi	2022 Perdite
Usi Civili	7	9,5	4,3
Industria	9,3	7,7	0,8
Agricoltura	25,6	17,0	2,5
<b>TOTALE</b>	<b>41,9</b>	<b>34,2</b>	<b>7,6</b>

Elaborazioni Fondazione Earth Water Agenda



sull'intero ciclo precipitazione-evapotraspirazione-scorrimento superficiale-reintegro dei prelievi di falda (circa 13,455 miliardi l'anno) e i consumi di acqua superficiale (circa 20,755 miliardi l'anno) nei mesi wet si realizza un surplus di acqua pari a circa 99 miliardi di m<sup>3</sup>, mentre nei mesi dry si registra un deficit di circa 35 miliardi. Nel 2050 la modellistica previsionale prevede una condizione leggermente più critica, con un surplus di circa 78,5 miliardi di m<sup>3</sup> e un deficit di circa 42,9 miliardi.

Si tratta di indicatori che derivano da un sistema di valutazione che tiene conto dei prelievi per utilizzi idropotabili, delle necessarie garanzie di deflusso ecologico nei fiumi e di portate nei laghi, di una "richiesta" del sistema complessiva abbastanza elevata.

Come si vede, in nessun Paese come l'Italia una nuova e vera pianificazione è necessaria, è possibile ed è realizzabile per

guardare al futuro e non solo per rispondere alle criticità ricorrenti, con 3 obiettivi di medio-lungo periodo:

- › disponibilità della risorsa in quantità e qualità adeguate rispetto ad una domanda crescente, 'sicurezza idrica per tutti gli usi;
- › aumento della produzione di energia idroelettrica;
- › l'equilibrio degli ecosistemi.

Finora l'interesse politico e pubblico sull'acqua in Italia si è concentrato quasi esclusivamente sulla gestione della risorsa nel servizio idrico integrato, circa il 20% dei prelievi, essendo anche l'unico settore regolato da una autorità nazionale indipendente, ARERA, e con dati credibili e validati.

Sempre più evidente è la stretta correlazione delle acque con la difesa dalle inondazioni e più in generale dai rischi idrogeologici e dall'erosione del suolo costiero con l'intrusione del cuneo salino, la difesa dall'inquinamento che per alcune fonti (fiumi) supera limiti.



## Ipotesi di piano finanziario ventennale per complessivi 118,7 miliardi di euro

Il Piano delle acque è un piano di settore ma sovraordinato e perciò deve essere coordinato con gli obiettivi generali del programma economico e territoriale del Paese. Deve rispondere alle domande di fabbisogni di diversi utilizzatori oggi in concorrenza tra loro.

Deve valutare i costi ed i benefici delle opere idriche, e contenere:

- › lo stato attuale;
- › la previsione dei consumi e fabbisogni;
- › la indicazione delle opere.

Sarebbe opportuna l'apertura di un unico fondo pluriennale per un "Piano Acqua", evitando l'attuale frammentazione delle varie fonti di finanziamento senza una visione complessiva e una integrazione necessaria.

Un credibile e sostenibile piano ventennale dovrebbe garantire una somma di:

- › 103,7 miliardi di euro aggiuntivi (fra investimenti pubblici e investimenti a tariffa) agli attuali investimenti;
- › ulteriori 15 miliardi di euro per manutenzioni, tecnologie per monitoring e ricerca e riduzione di perdite, e conoscenza scientifica.

### IPOTESI DI PIANO FINANZIARIO VENTENNALE

	Miliardi di Euro	Miliardi di Euro		Totale
		Pubblico	Privato	
Dighe e invasi, canali e irrigazione	4.000,0	14,6	-	14,6
Disinterramento	1.000,0	10,0	20,0	30,0
Dissalatori	580,0	2,1	-	2,1
Acque reflue	1.000,0	3,0	-	3,0
Servizio Idrico Integrato	2.000,0	30,5	20,0	50,5
Ricarica Falde	1.000,0	1,0	-	1,0
Laminazione e recupero acqua piovana	-	1,5	1,0	2,5
Tecnologie, monitoraggi e ricerca	-	2,5	2,5	5,0
Manutenzione	-	10,0	-	10,0
<b>Totale</b>	<b>9.580,0</b>	<b>75,2</b>	<b>43,5</b>	<b>118,7</b>

Elaborazioni Fondazione Earth Water Agenda

L'acqua è anche una grande occasione di crescita complessiva del Paese.

L'equilibrio offerta-domanda non ha solo una valenza nazionale ma ha molte valenze locali.

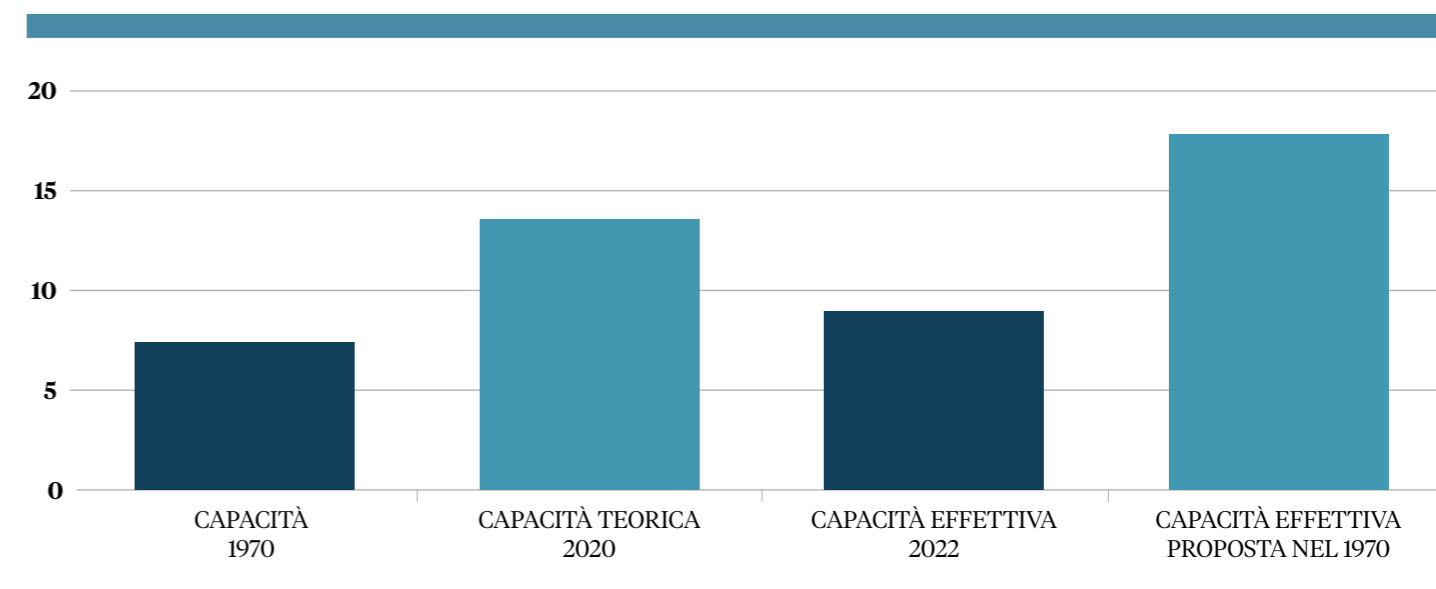
Non è costituito da una "modalità unica" ma piuttosto da un insieme integrato di soluzioni. È un investimento di forte rilievo pubblico, basato su fabbisogni finanziari permanenti e aggiornabili poiché si tratta di una pianificazione necessariamente dinamica. Il Piano è un investimento di assoluto rilievo pubblico, anche con contributi di pertinenza tariffaria. L'obiettivo è di garantire accumulo di risorsa idrica per garantire e sostenere, nelle stagioni secche, tutti gli utilizzi, compresa la garanzia del mantenimento del "deflusso ecologico", il volume d'acqua che permette la continuità dell'ecosistema acquatico con caratteristiche di naturalità e con valori non inferiori a quanto necessita per assicurare buone caratteristiche ecologiche.

Sono stati presi in considerazione anche gli investimenti nel mondo agricolo per una maggiore efficienza nel campo irriguo (irrigazione di precisione, "a goccia", 4.0 e altro) e nella scelta colturale di piante meno idro-esigenti che possono portare a forti abbassamenti nell'utilizzo della risorsa idrica considerato che oltre metà prelievo di risorsa, con stagionalità di uso principale nei mesi secchi, è nell'irriguo.

Il maggior contributo in termini di accumulazione (circa 4 miliardi di m<sup>3</sup>) può venire dalla costruzione di nuove dighe e

### CAPACITÀ DI STOCCAGGIO NELLE DIGHE

Miliardi di m<sup>3</sup>



Elaborazioni Fondazione Earth Water Agenda

invasi e dal disinterramento di quelle esistenti. Esso attualmente ha un costo importante in termini di risorsa recuperata (circa 30 euro a m<sup>3</sup>), a cui si aggiunge il costo del fermo della diga per il concessionario idroelettrico, ma è un'operazione anch'essa determinante nel piano generale, e un contributo pubblico, ad esempio pari a 10 euro a m<sup>3</sup>, sarebbe necessario per un'azione che ha rilevanti e positivi risultati. Il contributo dei dissalatori appare oggi relativamente contenuto. E può sembrare secondario e diseconomico, specie in un momento come quello attuale di crisi energetica. Ma è importante avere in campo anche questo tipo di investimento sia perché si adatta bene sia a specifiche condizioni territoriali e ambientali della nostra penisola (ad esempio fasce costiere aride o in inaridimento e con elevate utenze e le isole) sia perché è utile come "riserva" anche mobile di emergenza, sia perché è importante mantenere viva la ricerca e l'eccellenza operativa italiana in un settore che mette in campo forti innovazioni tecnologiche che abbassano strutturalmente i costi di produzione e possono avere ulteriori incrementi di sostenibilità economica con energie rinnovabili più a basso costo.

L'intervento sulle perdite degli acquedotti richiede oggi, oltre all'avvio di un forte sviluppo di piani di manutenzione e di interventi straordinari. Evitare la potabilizzazione di acqua che poi si disperde nel suolo è un benefit economico e ambientale, e un obiettivo da perseguire è quello di raddoppiare l'investimento ordinario delle società di gestione del Servizio Idrico Integrato passando da 2,5 miliardi ad almeno 5 miliardi l'anno,

umentando il valore medio totale per abitante intorno agli 80 euro. Questo incremento potrebbe garantire in venti anni 50 miliardi in più di investimenti nel settore del SII con benefici rilevanti in termini economici e occupazionali e ambientali. L'utilizzo a fini agricoli o industriali o di uso urbano (pulizia strade, innaffiamento aiuole e parchi e lavaggio automezzi) di acqua depurata, che pur presenta costi di investimento e di gestione relativamente contenuti, è una modalità da utilizzare in particolare nel periodo secco e con accumuli concentrati presso gli impianti di produzione e le aree di utilizzo della risorsa. Rispetto ai 9 miliardi di m<sup>3</sup> di acqua reflua complessiva rigenerata dagli impianti di depurazione è possibile un utilizzo di almeno metà di questa "produzione" di risorsa, allineandoci ai paesi europei.

La ricarica gestita delle falde è una modalità dal costo relativamente basso. Le precipitazioni ampie e diffuse nel territorio italiano generalmente sono sufficienti a riempire le falde, ma è molto utile come modalità complementare in diverse aree del nostro Paese, e richiede il monitoraggio della risorsa di ingresso per evitare inquinamenti o dequalificazione della falda.

L'infrastrutturazione per il recupero urbano diffuso dell'acqua piovana è molto utile per gestire deflussi straordinari come nel caso dei flash flood a fronte di reti fognarie inadeguate per rendere il territorio cittadino più "spugnoso" e consentire anche utilizzi di acqua piovana recuperata e stoccata per usi pubblici e privati.



# 1. Precipitazioni piovose e nevose in Italia

**T**utte le risorse idriche, superficiali e sotterranee, hanno come unica fonte di alimentazione, diretta o indiretta, la precipitazione atmosferica, e per questo tutto inizia dalla conoscenza delle precipitazioni meteoriche e dalla loro variabilità che determinano le diverse, anche molto diverse, caratteristiche idrologiche delle nostre Regioni nel regime complessivo delle acque superficiali e sotterranee.

L'aggiornamento annuale delle variabili meteo-climatiche ed idrologiche italiane sono rilevate dalle reti di stazioni termo-pluviometriche sul territorio nazionale, dalle reti di stazioni di misura con indicatori relativi ai parametri di temperatura minima, media e massima, altezza della precipitazione, differenze e anomalie dei valori rispetto al corrispondente valore climatico medio di un periodo di riferimento, insieme di indici di estremi meteo-climatici di temperatura e di precipitazione, calcolati con la metodologia dell'Organizzazione Mondiale di Meteorologia WMO Onu.

## **AFFLUSSI METEORICI SULL'ITALIA 2010-2022**

Miliardi di m<sup>3</sup>

Italia Settentrionale	<b>122,8</b>
Italia Centrale	<b>66,8</b>
Italia Meridionale Isole comprese	<b>111,4</b>
Territorio Nazionale	<b>301</b>

*Elaborazioni Fondazione Earth Water Agenda*

Descrivono l'andamento, la frequenza, l'intensità e la variabilità di fenomeni meteorologici osservati a diversa scala temporale e spaziale mostrando una Italia beneficiata da cumulati di pioggia molto rilevanti. Emerge un andamento storico delle

precipitazioni sostanzialmente costante dalla metà del secolo scorso, con valori molto alti di piovosità ma con un'elevata variabilità sui territori regionali. Vanno da precipitazioni molto elevate, anche superiori a 2.000 mm, lungo le zone alpine e prealpine e alcune zone appenniniche, a precipitazioni medie annue più basse, tra 400 e 600 mm in particolare nella Sicilia meridionale, Puglia e Sardegna meridionale.

L'informazione statistica raccolta oggi da ISTAT presso 58 enti gestori di reti delle stazioni meteorologiche sul territorio nazionale e dalle 510 stazioni di misura termo-pluviometriche di vari enti nazionali (Ente nazionale per l'assistenza al volo, Servizio meteorologico dell'aeronautica militare, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, Consiglio nazionale delle ricerche, Regioni, Province Autonome, Servizi idrografici regionali, Università, Protezione civile, Agenzie regionali per la protezione ambientale-Ispra, Consorzio LAMMA, Consorzi di bonifica e altri) è sostanzialmente in linea con l'andamento storico delle rilevazioni di precipitazioni cumulate realizzate dalla metà del secolo scorso quando i nostri record di pioggia furono scientificamente confermati dalla serie di rilevazioni effettuate dal 1951, e presentati nel corso della prima e unica Conferenza nazionale delle Acque 1968-1971 con statistiche aggiornate che riportavano la clamorosa media annuale di 288 miliardi di m<sup>3</sup> di pioggia sul territorio nazionale, poi confermate in aumento dalle rilevazioni successive, fino ad oggi.

Ma anche i dati sulla distribuzione delle precipitazioni registrati nel trentennio 1921-50 evidenziavano una altezza di pioggia media sull'intero territorio nazionale di 990 mm all'anno; più

precisamente, sulla superficie della penisola pari a 1020 mm all'anno, sulla Sicilia a 730 mm e sulla Sardegna a 780.

L'analisi di 296 miliardi di metri cubi d'acqua piovana che cadevano mediamente in un anno sull'intero territorio nazionale aveva i massimi cumulati registrati in Liguria con oltre 1.300 mm e minimi di 780 mm in Sardegna e poco più di 700 mm in Sicilia. I maggiori valori si riscontravano nei bacini del versante tirrenico, con correlazioni tra valori delle precipitazioni e altitudine sul livello del mare.

Ad esempio, in alcune zone delle Alpi Centro-Orientali e dell'Appennino Settentrionale si registravano clamorosi cumulati di piogge per oltre 3.000 mm contro i 700 mm nella pianura padana, e nelle regioni centro-meridionali si rilevavano precipitazioni annue medie di oltre 1.500 mm in alcuni tratti del crinale dell'Appennino calabro-campano, e cumulati inferiori ai 500 mm sul Tavoliere delle Puglie, la Piana di Gela e la fascia costiera di Cagliari. Si registrava poi un forte squilibrio temporale da una annata all'altra e tra regioni, e la distribuzione delle precipitazioni nei mesi dell'anno presentava caratteri molto differenti facendo classificare 4 tipicità pluviometriche:

- › *Continentale*, con un minimo invernale e un massimo estivo;
- › *Sub litoraneo alpino*, con due massimi, uno primaverile e uno autunnale, all'incirca della stessa entità, e due minimi, uno invernale e uno estivo, il primo più marcato del secondo;

- › *Sub litoraneo appenninico*, con due massimi e due minimi, ma con il massimo autunnale e il minimo estivo più marcati;
- › *Marittimo*, con un massimo invernale e un minimo estivo.

#### BILANCIO IDRICO NAZIONALE 301 miliardi di m<sup>3</sup> media anni 2010-2022

	1970	Valore %	2010-2022	Valore %
Evapotraspirazione	132,0	44,0	158,0	52,5
Deflussi superficiali e sotterranei	168,0	56,0	143,0	47,5
<b>Afflusso totale</b>	<b>300,0</b>	<b>100,0</b>	<b>301,0</b>	<b>100,0</b>

*Elaborazioni Fondazione Earth Water Agenda*

Da Nord a Sud si passava gradualmente da una tipologia Continentale al Sub-litoraneo alpino, al Sublitoraneo appenninico e al Marittimo caratteristico delle isole.

Il bilancio dell'afflusso totale medio annuo registrato nella Conferenza Nazionale 1968-71 era questo. I deflussi superficiali medi andavano da contributi medi annui superiori a 30 litri/sec per km<sup>2</sup> in Liguria e nei bacini alpini più elevati, a valori inferiori ai 5 litri/sec. km<sup>2</sup> in Puglia e nella Sicilia meridionale.



## Variazioni di portata delle acque superficiali

Le risorse idriche superficiali sono sempre sottoposte a notevoli variazioni di portata. I nostri 7.496 corsi d'acqua durante l'anno mostrano questo dato con molta evidenza avendo un regime torrentizio.

È utile soffermarsi sul "carattere" dei nostri fiumi considerando la presenza di sbarramenti e infrastrutture di stoccaggio lungo il loro corso. Il termine torrentizio richiama il torrente il cui etimo latino è chiaro: *torrens*, participio passato di torrere, la stessa radice di torrido, seccare. Infatti spesso un torrente può essere siccum, pietraia, polvere, prato per carenze di piogge. Significa che si gonfiano d'acqua se piove molto, e possono restare quasi secchi se piove poco o nulla. La gran parte dei nostri 7.456 corsi d'acqua, ad esempio, nel corso delle ultime fasi di siccità - dal Po alle fiumare calabresi - risultavano prossime alle zero con gli alvei quasi completamente asciutti. Durante i periodi di piogge sono invece caricate da imponenti quantità d'acque che potrebbero essere in parte immagazzinate in invasi.

Sono tantissimi i nostri piccoli corsi d'acqua temporanei, come le lame pugliesi, le fiumare calabresi, le fiumae dal corso breve in letti ciottolosi, le fiumare siciliane di Zappulla, Rosmarino e d'Agrò, improvvisi, intermittenti, terra per gran parte dell'anno ma gonfi e spaventosamente alti dopo qualche ora di nubifragi come fanno l'Amendolea col suo greto larghissimo anche di 400 metri, e le altre fiumare calabresi come Allaro, Ancinale, Precariti, Calopinace, Torbido, Catona, La Verde, Gallico, Sant'Agata.

C'è anche da dire che la prima funzione di un fiume è quella del trasporto dell'acqua, ma tutto lo distingue da una banale condotta in cui scorre acqua o anche da un canale irriguo. Non ha paragoni la complessità dell'equilibrio di un sistema fluviale, né tantomeno ciascun corso d'acqua può essere associato ad un semplice nastro trasportatore. Ogni nostro corso d'acqua è uno strabiliante insieme di corsi d'acqua che entrano l'uno nell'altro, e ogni fiume sono almeno tre fiumi, tre tratti di idro-sistemi con idro-diversità, interconnessi e condizionati da variazioni climatiche e di piovosità, dall'ambiente fluviale che attraversano, dalla variabilità dei loro parametri chimici e fisici (temperatura, luce, trasparenza, pendenza, portata, velocità, granulometria del substrato, nutrienti, sostanze organiche, salinità, popolamenti di specie ittiche, capacità di trasporto solido, capacità di auto-depurazione), da sbarramenti e traverse.

Tutte le analisi convergono sul dato dei cambiamenti climatici che modificheranno la variazione del flusso fluviale soprattutto stagionale, rafforzeranno molto il carattere torrentiale dei corsi d'acqua con variazioni stagionali accentuate, l'aumento di temperatura aumenterà l'evapotraspirazione e innalzerà il limite nevoso ad altitudini e latitudini maggiori e diminuiranno le riserve nevose e glaciali. Un'ulteriore diminuzione delle portate (10-15%) sarà causata dall'aumento dei prelievi antropici, per i quali si ipotizza un incremento tra il 5% e 25%.

L'analisi sugli effetti sui bacini idrografici, confrontando scenari di medio-lungo termine (2020-2050) con la serie di dati storica (1960-1990), mostrano deflussi in diminuzione soprattutto estivo. Nei due scenari climatici - contenute emissioni di CO2 e elevate emissioni di CO2 -, si stima che il deflusso medio annuo tenderà a diminuire rispetto ad oggi. Nel medio-lungo periodo (2041-2070) il deflusso tenderà a calare in particolare tra maggio e novembre, potrebbe aumentare tra gennaio e febbraio. I deflussi estivi invece diminuiranno notevolmente.

Mantenere l'equilibrio tra domanda e disponibilità idrica è una delle principali sfide. L'equilibrio è reso oggi instabile anche dai conflitti tra settori di utilizzo (civili, agricoli, industriali, ambientali con la quota dei deflussi minimi vitali necessaria a garantire la salvaguardia naturale dei corsi d'acqua, energetici). I conflitti emergono nella stagione estiva, in cui aumenta la domanda, e occorre rafforzare gli Osservatori delle 7 Autorità di bacino distrettuali con la partecipazione attiva di tutti i soggetti coinvolti nella gestione e utilizzo della risorsa idrica per regolamentare i prelievi, coordinare gli usi e proteggere i sistemi idrici naturali, giungere al bilancio idrico a scala di bacino e poi nazionale.

La Conferenza Nazionale 1968-71 rilevò i seguenti dati di portata minima, media e massima, oggi sostanzialmente confermati:

#### PORTATE MINIME E MASSIME DEI FIUMI Conferenza Nazionale sulle acque 1968-71

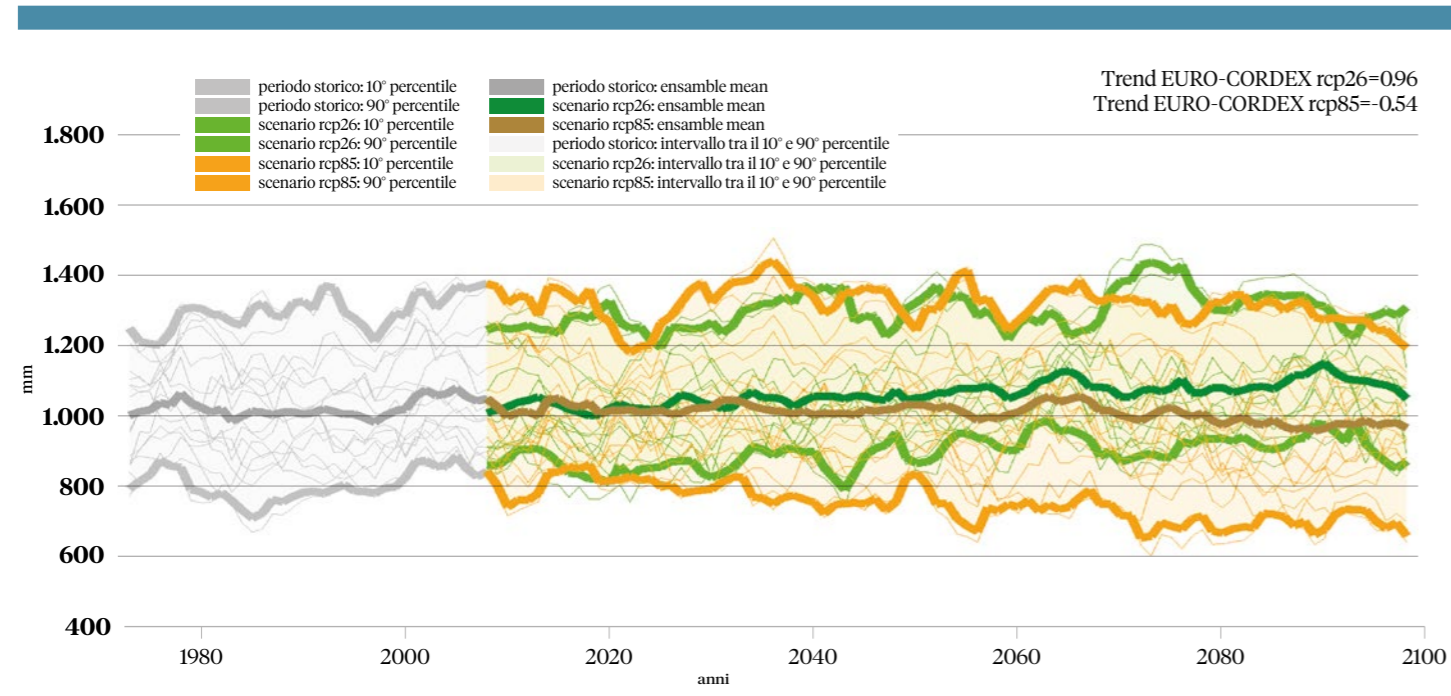
FIUME	Superficie del bacino in kmq	Portata minima mc/sec	portata media risorsa naturale mc/sec	Portata massima mc/sec
Po, a Pontelagoscuro	70.091	275,0	1.490	10.300
Ticino, a Miorina	6.599	35,0	299	5.000
Adige, a Boara Pisani	11.954	56,6	235	1.700
Reno, a Bastia	3.410	—	43	863
Arno, a S. Giovanni alla Vena	8.186	2,2	100	2.290
Tevere, a Roma	16.545	60,8	232	3.300
Volturno, a Cancellone Arnone	5.558	11,0	98	1.800
Ofanto, a S. Samuele di Cafiero	2.716	—	16	1.060
Crati, a Conca	1.332	—	27	1.120
Simeto, a Sommaruga	2.987	0,1	25	2.220

Nei corsi d'acqua alpini i maggiori deflussi si verificano nell'estate, in quelli appenninici del Centro-Nord durante l'autunno e la primavera, nei corsi d'acqua del Mezzogiorno durante l'inverno. La portata dei corsi d'acqua alpini è anche favorita dallo scioglimento delle riserve nevose nel regolare deflusso primaverile ed estivo, ma abbiamo avuto annate, come il 2022, con deficit anche di precipitazioni di pioggia e nevose che hanno ridotto le loro portate, e complessivamente sono mancati all'appello ben 5 miliardi di metri cubi di acqua. L'inverno 2021-2022 è stato il più secco e mite degli ultimi 30 anni, con un'anomalia di temperatura e un deficit medio di precipitazioni del 65%, con punte del 76% nel Nord-Ovest e del 72% in Sardegna. Le diffuse anomalie negative di durata del manto nevoso al suolo sulle Alpi, rispetto alla media del periodo 2001-2021 erano evidenti anche a vista d'occhio con la copertura nevosa assente o presente solo per brevi periodi. Già in primavera le Alpi registravano la condizione tipica di fine agosto, essendo caduta, in varie zone da meno di un quarto a metà della neve media attesa. La combinazione tra elevate temperature e basse precipitazioni, tra due o più eventi meteorologici o climatici anche non necessariamente estremi ma contemporanei o in stretta successione ha prodotto una delle più gravi emergenze di siccità. E questa combinazione, avvertono gli analisti CMCC-IPCC,

produrrà in futuro "impatti estremi molto più grandi della somma degli impatti dovuti al verificarsi dei singoli eventi presi da soli". Visto che tutte le risorse superficiali e sotterranee hanno come unica fonte di alimentazione, diretta o indiretta, le precipitazioni atmosferiche, è evidente la loro variabilità e la necessità di riorganizzare al meglio il sistema dello stoccaggio dell'acqua per garantire la sicurezza idrica.

I trend di precipitazioni nei prossimi decenni, pur essendo molto più incerti dell'evoluzione della temperatura, portano alla sostanziale conferma della tradizionale media nazionale di precipitazione cumulata annuale. Diversamente dalla temperatura, la distribuzione dei valori di pioggia e neve non presenta differenze molto marcate. Le varie modellistiche climatiche proiettano una debole diminuzione del cumulato, e alcuni modelli persino un debole aumento delle precipitazioni annuali. Anche gli scenari climatici CMCC a lungo termine evidenziano, in estrema sintesi, una lieve diminuzione delle precipitazioni sull'intero territorio durante la stagione estiva - più lieve in primavera - e in particolare per il Sud e per il Centro Italia, e in inverno una diminuzione delle piogge al Sud e nel Centro Italia, ma un aumento al Nord. Insomma, variazioni di precipitazioni annuali con basse differenze, in alcune aree con un aumento di circa 96 mm e in altre con una diminuzione di circa 54 mm.

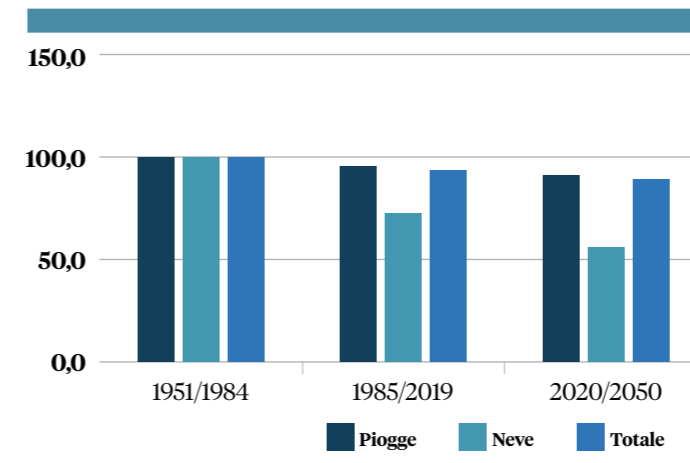
**ANDAMENTO DELLA PRECIPITAZIONE ANNUALE IN ITALIA**



Fonte: Agenzia Europea per l'Ambiente

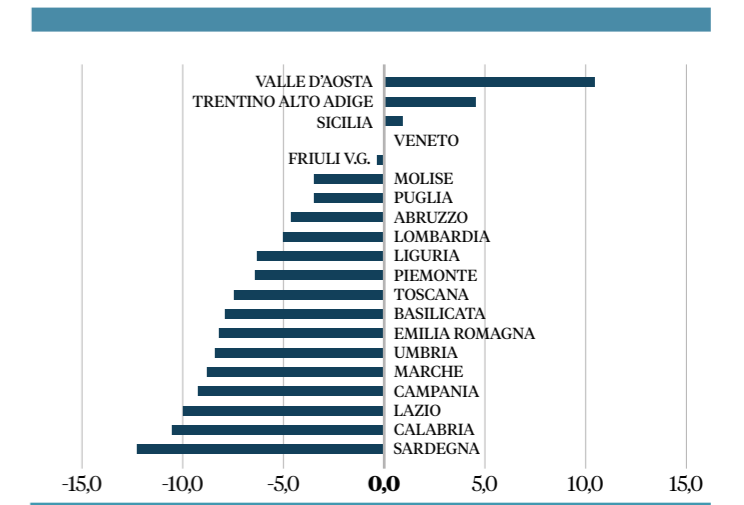
Complessivamente, anche le variazioni previste dall'ISPRA, nelle prossime annate e anche in quelle più distanti 2061-2090 con temperature più elevate, sono comprese in un range tra un meno 8% e un più 5%. La media d'insieme indica una riduzione dell'1,5% circa che, nello scenario con temperature più elevate, si allarga ad un intervallo compreso tra meno 15% e più 2%, con la media verso la riduzione. La distribuzione spaziale delle variazioni previste risulta sempre molto diversificata, con i punti fermi di precipitazioni sostanzialmente identiche nelle regioni Nord-Orientali, e valori medi nazionali prevalentemente di modesta diminuzione in primavera, estate e autunno, e modesto aumento in inverno. Localmente, la variazione di precipitazione cumulata raggiungerebbe punte di riduzione di 150-200 mm in primavera o in estate, e un aumento di 100-150 mm in inverno. Per la cumulata annuale 2061-2090 il modello più "secco" dell'ISPRA prevede variazioni comprese tra -225 mm e +54 mm, e con temperature più elevate dello scenario peggiore tra -347 mm e +108 mm. La frequenza e l'intensità degli estremi di precipitazione indicano invece una futura progressiva concentrazione di eventi anomali ed estremi. L'analisi dell'indice "giorni secchi consecutivi" indica il probabile aumento della durata dei periodi di siccità su quasi tutto il territorio nazionale, più marcati al Sud e sulle isole, con una durata fino a più 35 giorni. Avremo insomma più giornate calde e senza pioggia, con un consistente aumento di giorni con temperature minime superiori a 20°C in estate e con aumenti delle notti calde (già con più 14 giorni negli ultimi 10 anni) e delle giornate calde (con un più 21 giorni negli ultimi 10 anni). Le mappe stagionali CNCC/IPCC delle variazioni attese di precipitazione per il prossimo trentennio al 2050.

**TREND DELLE PRECIPITAZIONI DI PIOGGIA E NEVE**  
Numeri indice 1951-1984=100



Elaborazioni Fondazione Earth Water Agenda

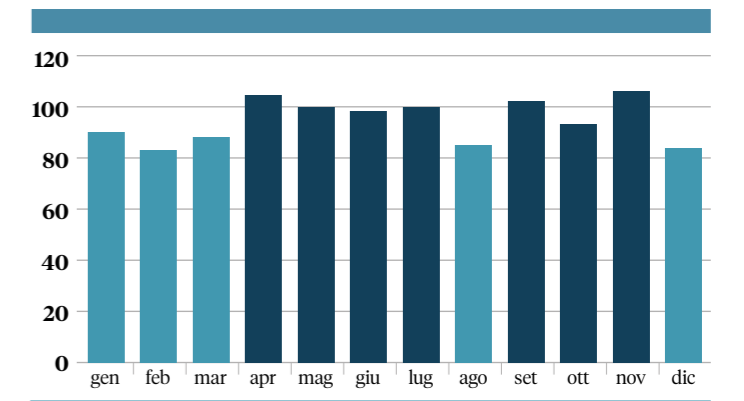
**VARIAZIONI DELLE PRECIPITAZIONI PER REGIONE 1992-2022**



Elaborazioni Fondazione Earth Water Agenda

Come si evidenzia dai grafici, dal punto di vista territoriale le precipitazioni hanno subito nell'ultimo trentennio una diminuzione in quasi tutte le regioni italiane con la sola eccezione della Valle d'Aosta e del Trentino Alto Adige e la sostanziale tenuta del Veneto al Nord e una inattesa tenuta del livello storico in Sicilia. Le variazioni di precipitazioni non sono solo territoriali ma anche stagionale, e la diminuzione non avviene in maniera omogenea in tutti i mesi dell'anno ma colpisce più intensamente, oltre ad agosto, nella parte centrale dell'inverno che va da dicembre a marzo, il periodo strategico del ciclo dell'acqua per la ricarica delle falde sotterranee e degli invasi. La mancanza di precipitazioni in quella fase dell'anno, la stagione wet, può portare, nel caso di diminuzione di particolare entità, ad una significativa mancanza di risorsa nella stagione dry.

**PRECIPITAZIONI MEDIE PER MESE**  
Numeri indice media annuale=100



Elaborazioni Fondazione Earth Water Agenda

## Record positivi e negativi delle precipitazioni degli ultimi 70 anni

Negli ultimi 70 anni e fino al 2020 le precipitazioni si sono situate in media intorno ai 300 miliardi di m<sup>3</sup> all'anno con valori massimi di 383,9 miliardi di m<sup>3</sup> del 1960 e valori minimi di 226,6 miliardi di m<sup>3</sup> del 2017, con un differenziale tra le due annate molto elevato, pari a 157,3 miliardi di m<sup>3</sup>. Il dato del 2022 è stato rilevante in negativo. Con 210 miliardi di m<sup>3</sup> di precipitazioni risulta essere l'anno più siccitoso degli ultimi 70 anni. Ma è interessante notare che dagli anni 2000 sono aumentate le fasi con picchi sia positivi che negativi, a dimostrazione di come il cambiamento climatico sta modificando oltre che l'intensità dei fenomeni anche la variabilità degli stessi, determinando così una accentuata imprevedibilità.

### ESTREMI ALTE E BASSI DELLE PRECIPITAZIONI 1951-2022

Valori più elevati		Valori più bassi	
ANNO	Mld m <sup>3</sup>	ANNO	Mld m <sup>3</sup>
1960	383,9	1989	232,9
2010	371,5	2001	228,3
1951	369,4	2007	226,6
2014	362,2	2017	226,6
1976	354,9	2022	210,0

Elaborazioni Fondazione Earth Water Agenda

Le tendenze in questo lungo periodo preso in considerazione dimostrano una certa diminuzione delle precipitazioni su scala nazionale ma non molto rilevanti per le piogge (addirittura in ripresa nell'ultimo decennio) e più marcata per le nevicate.

### VARIAZIONE DELLE PRECIPITAZIONI

Numero indice 1951-1985=100

	Piogge	Neve	Totale
1951/1985	100,0	100,0	100,0
1986/2020	95,5	73,5	94,3

Elaborazioni Fondazione Earth Water Agenda

La media delle precipitazioni nel secondo periodo si situa intorno al 94,5% rispetto al primo periodo, ma a fronte di un meno 5% di piogge e di un meno 25% di precipitazioni nevose. Queste variazioni, soprattutto nevose, hanno un effetto importante nelle disponibilità di acqua nei mesi del "disgelo" in quanto la neve è un accumulatore naturale fra le stagioni.

## Trend del bilancio idrico

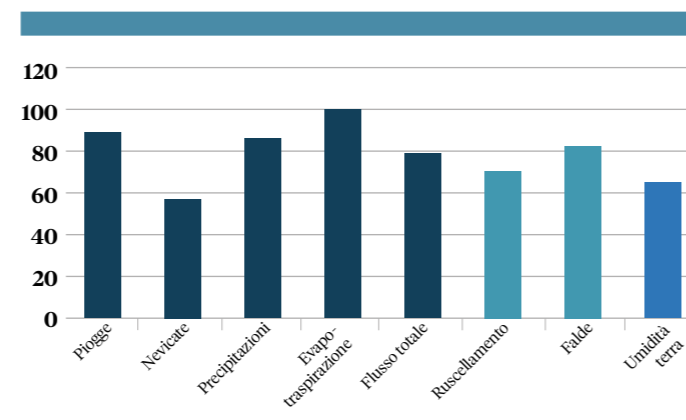
Anche grazie al modello Big Bang dell'ISPRA, possiamo valutare l'attuale situazione e le tendenze in atto nei prossimi 30 anni. A tale scopo dividiamo il periodo 1951/2022 in due sotto-periodi e cioè quello "base" (1951/1984) e quello "attuale" (1985/2022). Per la previsione utilizziamo il periodo "futuro" (2023/2050) e ipotizziamo che la tendenza fra l'attuale e la base sarà riprodotta nel rapporto fra futuro e attuale.

Il primo dato di rilievo è il livello medio annuale di precipitazioni nel Paese. Se si confrontano le medie del periodo base con quello attuale abbiamo 296 miliardi di m<sup>3</sup> di precipitazioni contro 279 miliardi di m<sup>3</sup>. Questa tendenza porterebbe la media del futuro intorno ai 264 miliardi di m<sup>3</sup>. Si tratta di una diminuzione intorno al 32 miliardi di m<sup>3</sup> rispetto agli anni base. Significativa che l'Italia resterebbe, pur con diverse medie fra i diversi territori e le diverse regioni, un Paese di alte precipitazioni annuali.

Il più basso livello delle precipitazioni, ancorché non determinante, con particolare acutezza quelle nevose, e l'innalzamento della temperatura che favorirà un più elevato livello di evapotraspirazione dell'acqua al suolo modificherà sensibilmente il bilancio idrico dell'Italia e dei vari bacini idrografici.

### PREVISIONE BILANCIO IDRICO - ANNI 2023-2050

Numero indice 1986-2020=100



Elaborazioni Fondazione Earth Water Agenda

Nella previsione del periodo 2023/2050 potremmo avere una diminuzione di circa il 22%. A fronte di questo minor contributo in ingresso, avremmo un meno 30% del ruscellamento e un meno 13% del riempimento delle falde e del livello di umidità al suolo. Il volume critico più rilevante è nel ruscellamento a cui mancherebbero oltre 20 miliardi di m<sup>3</sup> di acqua. In generale si può rilevare che a fronte di un prelievo futuro per usi plurimi stimato intorno ai 37 miliardi di m<sup>3</sup> di acqua, rispetto ai 34 attuali, la mancanza di acqua non solo per gli usi antropici ma anche ecologici sarebbe all'incirca pari a 33 miliardi di m<sup>3</sup>.

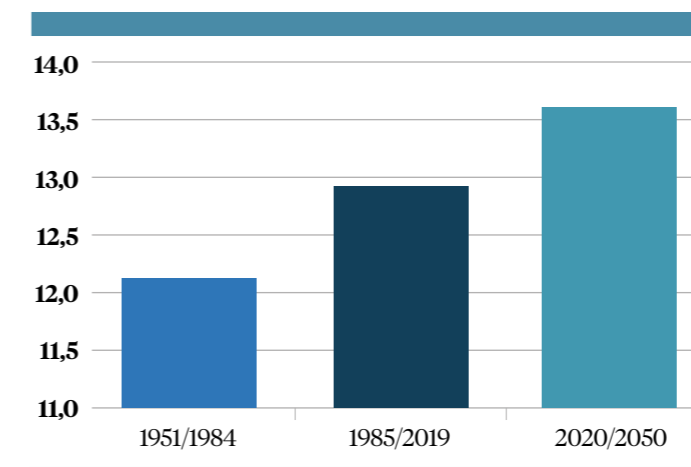
## Quanta pioggia possiamo accumulare?

Per una corretta analisi della disponibilità di acqua, e per mantenere il più possibile l'equilibrio tra disponibilità naturale, fabbisogni e utilizzi, evitando o, almeno, limitando il sovrasfruttamento e il depauperamento delle risorse e dunque la riduzione della disponibilità di risorse rinnovabili sempre più a rischio cambiamenti climatici, è particolarmente importante analizzare il bilancio idrico almeno su scala regionale e nazionale. Per farlo, occorre analizzare le diverse situazioni territoriali individuando su scala regionale le diverse dotazioni di risorsa idrica. Sono indispensabili, per questo, le analisi di due raggruppamenti di mesi definibili come "stagione wet" e "stagione dry" e cioè rispettivamente maggio-giugno e luglio-agosto.

Il punto di partenza per valutare la capacità di un territorio di poter reggere nei diversi periodi l'equilibrio tra domanda e offerta di risorsa idrica è dato dall'Internal Flow, cioè l'acqua

### TEMPERATURA MEDIA IN ITALIA

Gradi



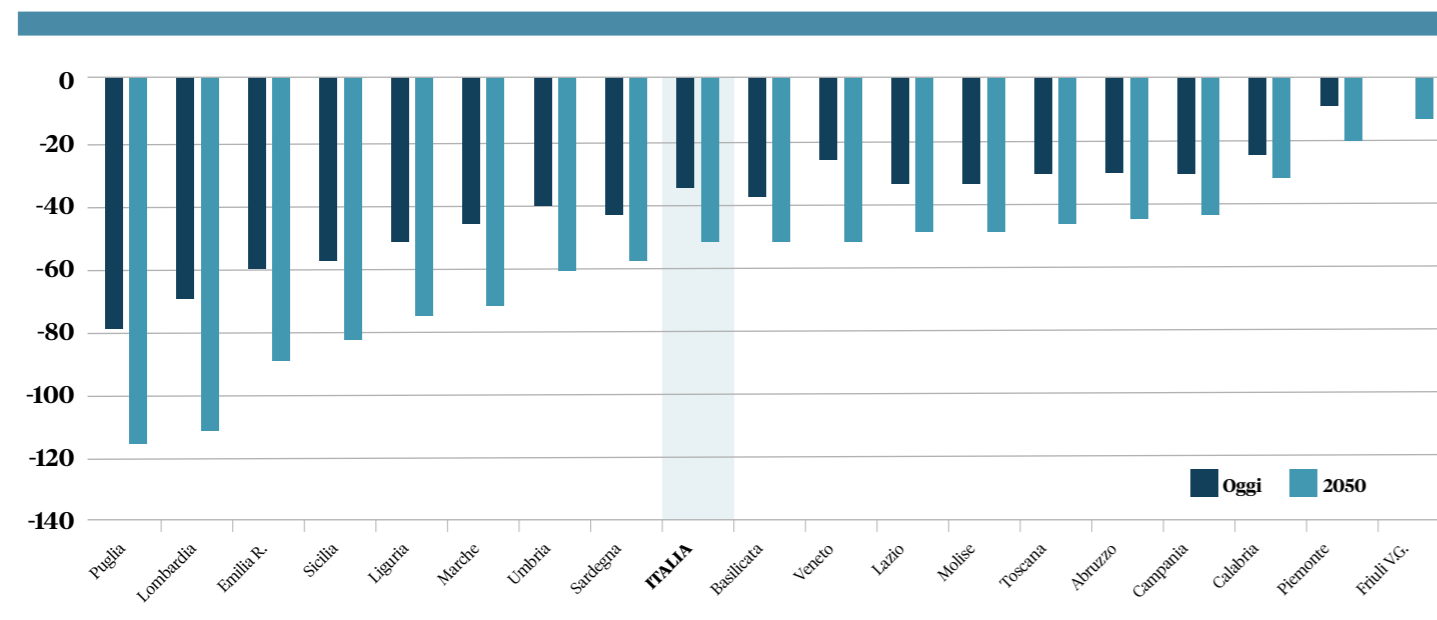
Elaborazioni Fondazione Earth Water Agenda

disponibile per effetto di precipitazioni o di scioglimento della neve in ogni territorio considerando l'effetto evapotraspirazione tendenzialmente in crescita causa incremento delle temperature.

Una volta definito l'Internal Flow per ogni Regione, è possibile valutare la necessità minima ecologica sia relativa al recupero dell'acqua di falda utilizzata per usi antropici, sia la necessità di garantire il deflusso minimo vitale nei corsi d'acqua che coincide perlopiù con il run off del mese di maggio, storicamente il mese intermedio fra la stagione "wet" e la stagione "dry" con situazioni di grandi criticità idrologiche fluviali. Infine, va considerato, per ogni Regione, il prelievo superficiale per usi antropici e per l'uso agricolo secondo l'effettiva necessità nelle diverse stagioni.

Questa valutazione, condotta a livelli territoriali e nei diversi bacini locali, ci ha consentito di stimare il surplus di risorsa nella stagione wet e il deficit nella stagione dry, e quindi di misurare la necessità di accumulo per ogni Regione al fine di tenere in equilibrio il bilancio idrico anche a livello nazionale. Attraverso le previsioni del modello "BigBang" dell'ISPRA - che presenta rapporti sulla disponibilità naturale della risorsa idrica, e consente stime mensili delle componenti del bilancio idrologico relative a precipitazione totale, evapotraspirazione reale, ruscellamento superficiale, ricarica degli acquiferi, immagazzinamento di volumi idrici nel suolo, immagazzinamento nella copertura nivale, variabili idrologiche di interesse per la gestione della risorsa idrica -, e stimando l'impatto dei cambiamenti climatici sulla risorsa idrica naturale è possibile la valutazione del fabbisogno idrico al 2050 inserendo nel calcolo la previsione sul volume dei flussi interni e la valutazione sui prelievi antropici spinti da una parte dall'accrescimento della domanda per effetto della crescita economica ma dall'altra dall'abbattimento dovuto all'applicazione di sistemi, tecnologie e processi di maggiore efficienza e di recupero perdite e sprechi. In questa valutazione, abbiamo preso come riferimento lo scenario medio più conservativo che dà al 2059 una diminuzione del 10% con un incremento della temperatura intorno a 1,5 gradi. L'Internal Flow passerebbe su scala nazionale da 118 miliardi di m<sup>3</sup> a 106,6 miliardi di m<sup>3</sup>. Nella nostra stima, corretta dalle necessità "ecologiche" del sistema naturale e dai prelievi superficiali per usi antropici, il saldo annuale di acqua passerebbe dagli attuali 63,6 miliardi di m<sup>3</sup> (dati da 99,1 miliardi di surplus nelle stagioni "wet" meno i 35,4 miliardi di deficit nelle stagioni "dry") a 35,5 miliardi di m<sup>3</sup> nel 2050 (dati da 78,4 miliardi di surplus meno i 42,9 miliardi di m<sup>3</sup> di deficit).

## PROIEZIONE TRA STAGIONI IN DEFICIT E IN SURPLUS DI PRECIPITAZIONI



Elaborazioni Fondazione Earth Water Agenda

Questo significa che, a livello italiano, il sistema delle precipitazioni a scala annuale sarebbe ancora mediamente sufficiente a coprire la necessità di acqua del sistema-Paese, sia quello ecologico che quello antropico.

Problemi potrebbero presentarsi con precipitazioni distanti dalla media, e in alcune realtà territoriali con fabbisogni non sempre gestibili con risorse solo interne o che originano dallo stesso anno di utilizzo. Il rapporto medio fra deficit della stagione dry e surplus della stagione wet è già di per sé un indicatore di criticità nella disponibilità naturale della risorsa.

In media, in Italia, tale rapporto è oggi del 35,8%, ciò significa che il deficit ammonta a circa un terzo del surplus registrabile nella stagione in surplus, mentre potrebbe risultare pari al 54,7% nel 2050, e ciò significherebbe che il deficit risulterebbe pari oltre la metà del surplus.

Le Regioni più critiche appaiono oggi, e ancora di più lo saranno nel prossimo trentennio, la Puglia, la Lombardia, l'Emilia Romagna e la Sicilia. Nel caso della Puglia e della Lombardia l'indice nel 2050 supererebbe in maniera sostanziale il 100%. Ciò significa che dal punto di vista naturale in media l'acqua in periodo di surplus non sarebbe sufficiente a coprire il fabbisogno ecologico e antropico nel periodo dry. È utile allora mettere a confronto, Regione per Regione, la capacità "teorica" di acqua accumulata nelle grandi dighe con la quantità

di accumulo necessaria a consentire al surplus di coprire in qualche modo i deficit stagionali.

A livello nazionale le dighe coprirebbero, se completamente sfruttate e sfruttabili, quasi il 40% della necessità di acqua per fini ecologici e antropici del sistema. Fra le Regioni con maggiori dotazioni relative ci sono la Sardegna (90%), la Lombardia (87%) e la Basilicata (71%). Tra le Regioni con minore dotazione relativa ci sono l'Emilia Romagna (4%), la Liguria (5%) e le Marche (9%). Ovviamente esistono altri sistemi per aumentare la dotazione idrica di un territorio oltre al sistema grandi dighe. Ma la capacità di invaso oggi è anche un indicatore di criticità da valutare e da risolvere.

### Crisi idriche o crisi di infrastrutture idriche?

La prima riflessione da fare è che in Italia piove una quantità tale di acqua che rende ogni nostra crisi idrica non solo crisi momentanea di "materia prima" ma soprattutto crisi di infrastrutture idriche, gap di impianti e reti adeguate per la captazione, lo stoccaggio, il trasporto, la distribuzione, la depurazione, il riuso. È l'assenza o la carenza di infrastrutture idriche indispensabili - dalle dighe agli invasi alle interconnessioni tra acquedotti e invasi, reti di trasporto e tecnologie di ricerca perdite e di risparmio - il nostro punto debole, il gap che consolida divari territoriali, da recuperare al più presto per poter affrontare le sfide dei cambiamenti climatici.

Ma passiamo alla media del cumulo di precipitazioni del periodo a noi più vicino, il decennio 2010-2022. Risulta ancor più elevata, e ha raggiunto, come rileva l'ISTAT, i 305 miliardi di m<sup>3</sup> di pioggia all'anno in media, con il picco del 2010, il secondo più alto negli ultimi 70 anni, di ben 372 miliardi di m<sup>3</sup> per cumulo di precipitazioni totali nell'anno pari a 1.229,8 mm, con un più di 229 mm rispetto valore medio dell'intero periodo.

L'afflusso totale medio annuo di circa 305 miliardi di m<sup>3</sup> corrisponde ad una altezza media di precipitazioni di circa 1.000 millimetri, superiore alla media europea di 646 mm, e anche alla media globale delle terre emerse di 730 mm.

Grosso modo il 41% delle precipitazioni cadono sull'Italia Settentrionale, il 22% sull'Italia Centrale, il 24% sull'Italia Meridionale e il 13% su Sicilia e Sardegna. Va considerata poi l'orografia e la morfologia dell'Italia, tra le più complesse e diversificate poiché in questo quadro geografico e fisico sussistono differenze climatiche regionali e tra aree interne alle regioni anche importanti, con caratteristiche che si manifestano dall'ampio arco alpino alla lunga catena appenninica e ai versanti tirrenico e adriatico. La variabilità meteorologica si riflette anche sull'idrologia delle varie regioni determinando notevoli diversità nel regime delle acque, sia superficiali che sotterranee. Nonostante la nostra notevole dotazione media di pioggia, il

volume delle risorse idriche varia quindi notevolmente da un'area all'altra del nostro Paese. Ciò è dovuto sia alla diversità nel regime delle precipitazioni, sia alla distribuzione temporale e diversificata nelle diverse stagioni e nelle varie zone climatiche, e alla variabilità delle precipitazioni atmosferiche. Se le precipitazioni invernali sono maggiori al Nord rispetto al Centro e al Sud, quelle estive crollano dai 700 mm registrati in media nelle località alpine ai 50 mm nel Sud e ai 25 sulle isole. Ma emergono, ed emergeranno, fenomeni diversificati non solo a livello macro (regionale) ma anche a livello micro (di singoli bacini e sottobacini idrografici). È chiaro che di fronte a questi cambiamenti occorre una politica nazionale di adeguamento generalizzato con politiche e interventi localizzati che tengano conto delle specificità dei singoli luoghi, dell'evoluzione nel tempo delle modalità di utilizzo della risorsa a fini civili, agricoli, industriali e di paesaggio che ogni sistema locale esprime. Gli effetti del clima sul ciclo delle risorse idriche richiede, insomma, con urgenza, politiche nazionali e politiche locali e, come premessa strettamente correlata, una conoscenza dei fenomeni e un monitoraggio strutturale integrato calibrato anche livello dei singoli sistemi locali sulla ciclo idrico naturale e sui bisogni infrastrutturali per gli utilizzi, fondamentale e non più eludibile per un Piano Acqua per l'Italia.





## 2. Le acque di superficie

### 75.000 sorgenti

Il termine “sorgente” nasce dall’etimo latino surgere, e da subrigere composto dai termini sub, sotto, e regere, dirigere. Da sempre indica il punto in cui l’acqua sgorga, zampilla, origina, trabocca all’esterno, dopo aver attraversato quei lunghi e imprevedibili percorsi nelle profondità. Fuoriesce in modo del tutto naturale e con una portata che non altera il delicato equilibrio idrologico della falda acquifera che la alimenta, anche perché è acqua che sorge naturalmente in superficie, e non è estratta artificialmente.

È acqua di pioggia o di neve o di grandine che si infila nel terreno permeabile e percola in profondità attraverso fratture e porosità; penetra nelle formazioni rocciose - come calcari e argille, ghiaie, tufi, sabbie e ciottoli -, finché non incontra uno strato impermeabile argilloso o roccioso compatto e non fessurato che arresta l’assorbimento e crea le condizioni per la formazione di depositi acquiferi profondi, saturando tutti i vuoti disponibili, formando un accumulo sotterraneo: la falda freatica, che ha dimensioni variabili e dipendenti dalla conformazione del sottosuolo. La falda non è immobile e non è per sempre, non ha sempre lo stesso contenuto di acqua ma tende ad espandersi alimentata da altra acqua e, quando il suo livello si innalza oltre il limite di equilibrio idrostatico, cerca un’uscita in superficie e crea la sorgente, utilizzando o provocando una spaccatura nel terreno che apre la via d’acqua attraverso cui fuoriesce dalla falda acquifera e riaffiora.

Il suo regime di portata è strettamente connesso alle variazioni stagionali che sono in diretta relazione con le precipitazioni, alle tipologie di immagazzinamento in sacche profonde, all’evoluzione dell’acquifero e alle formazioni geologiche e

morfologiche dei suoli e dei sottosuoli che la delimitano, e agli impatti di eventi geofisici e di opere antropiche che possono anche deviare percorsi del sottosuolo e prosciugarla.

### Il 1° catalogo italiano delle sorgenti

All’inizio del Novecento, un arguto esploratore delle acque come Michele Gortani - geologo, paleontologo, cartografo e deputato del Regno -, autore di ben 325 testi scientifici, compilò il primo accuratissimo catalogo delle “manifestazioni sorgentizie”. Con accurate osservazioni e studi, divise le sorgenti italiane in 5 gruppi, a loro volta suddivisi in sotto-tipi con le più varie tipologie e condizioni geologiche che le originano: la permeabilità o la composizione dei terreni, gli elementi idrologici, le loro portate. La sua classificazione era molto articolata:

- › le sorgenti di deflusso semplice o di impregnazione comprendenti le sorgenti di vetta, le sorgenti di degradazione meteorica, le sorgenti di porosità, le sorgenti di fessura o diaclasiche, le sorgenti di deflusso carsico;
- › le sorgenti di emergenza o di valle con sorgenti di detrito, sorgenti di risultiva, sorgenti di lava, di strato;
- › le sorgenti di versamento con le sorgenti di substrato, sorgenti di terrazzo, sorgenti diaclasiche di strato, sorgenti carsiche di strato o substrato;
- › le sorgenti di trabocco o sfioramento aggiungendo le sorgenti di trabocco da una roccia, e le sorgenti di trabocco per sbarramento;
- › le sorgenti artesiane con sorgenti pseudo-artesiane, sorgenti di conca artesiane, sorgenti artesiane di faglia, sorgenti diaclasiche o carsiche ascendenti, sorgenti artesiane subacquee.

Una complessità inaspettata, che in fondo riflette la complessità delle nostre acque.

La Conferenza Nazionale sulle acque del 1968-71 censì invece le sorgenti per le loro caratteristiche di potabilità e di perennità. L'accertamento delle loro portate richiese un lavoro imponente, e riuscirono a censire oltre 45 mila sorgenti nelle Regioni dell'Italia Centrale, Meridionale e Insulare, per una portata di magra complessiva di circa 270 m<sup>3</sup>/sec.

Oggi, presumiamo che le sorgenti sull'intero territorio nazionale siano all'incirca 75.000, una ricchezza di fonti straordinaria.

### 7.644 corsi d'acqua: fiumi, torrenti...

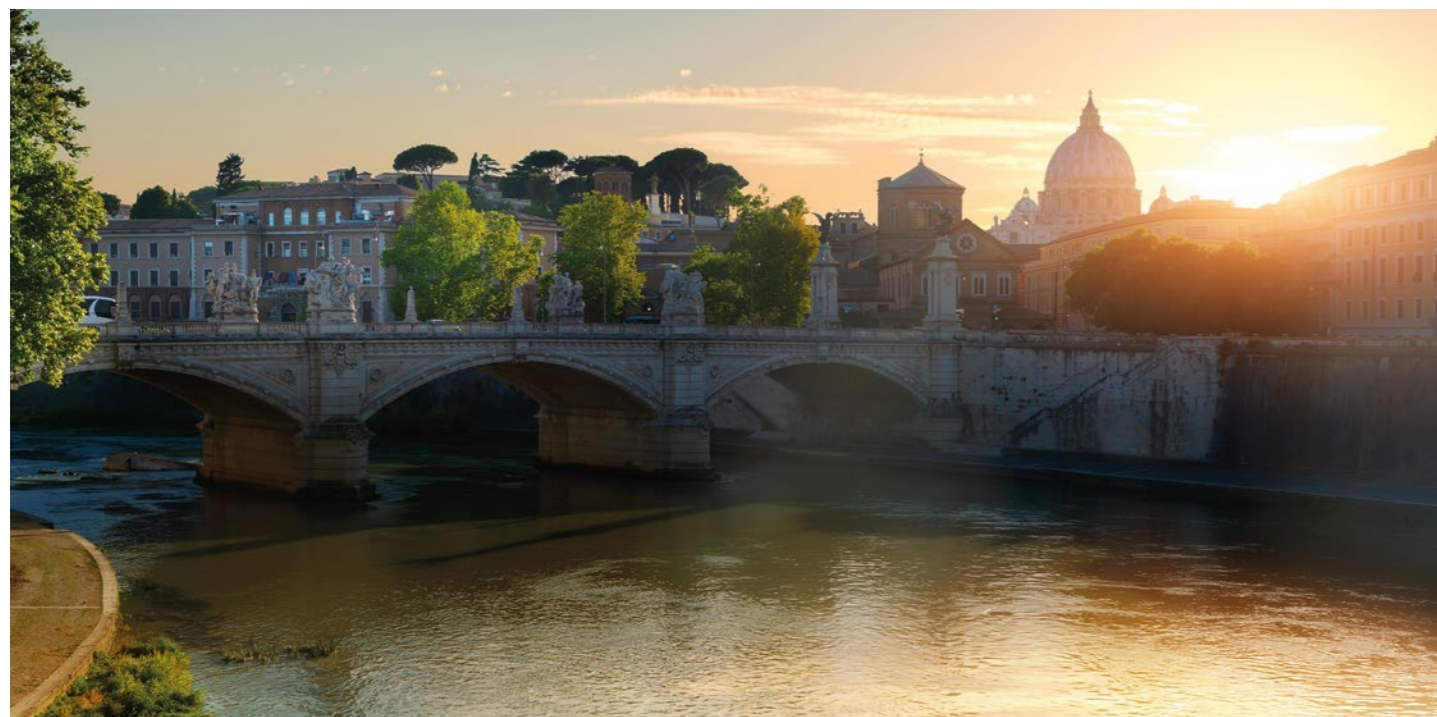
All'incirca 15 milioni di anni fa, cominciarono a scorrere dalle alture della penisola quelle masse d'acqua che disegnarono progressivamente le nostre idrovie con dimensioni dei letti fluviali molto maggiori. I loro percorsi, per come li vediamo oggi, sono stati invece impostati almeno 5 mila anni fa. Ed è l'Italia, nel Continente europeo, ad avere il record di un deflusso fluviale e torrentizio vitale di ben 7.644 corsi d'acqua di una lunghezza media di 1,2 km, come indica l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.

Si tratta del più fitto reticolo europeo di vene blu di ogni lunghezza, larghezza e portata. Di questi, sono 1.242 i fiumi, ma solo 11 di essi superano i 200 km, e solo 58 i 100 km. I 135

fiumi più lunghi hanno bacini idrografici estesi per oltre 200 km<sup>2</sup> e, messi insieme, coprono l'83% della nostra superficie nazionale. Quasi tutta.

I fiumi sfociano in mare o da un delta come il Po, o da foci naturali come quasi tutti gli altri, oppure con due foci come il Tevere, una naturale a Ostia e l'altra artificiale a Fiumicino dove, unico fiume italiano, ha la Capitaneria di Porto. E le nostre acque entrano nel Mediterraneo in mari che hanno nomi diversi a seconda dei diversi tratti costieri: Tirreno, Adriatico, Mar Ligure, Mar di Sardegna, Ionio e Mar di Sicilia.

Sono i fiumi meno lunghi del Continente perché riflettono l'orografia e la morfologia della nostra penisola che si distende verso il mare ai due lati della schiena rocciosa d'Italia che la taglia a metà con le catene montuose alpine e appenniniche. Geograficamente nascono dalle vette e sono obbligati a discendere dai versanti orientali verso l'Adriatico e lo Ionio, e da quello occidentale verso il Tirreno. Scendendo ognuno dalla sua metà, lo spazio è quel che è, per quanti meandri possano percorrere. Questa forma peninsulare riduce lo sviluppo in lunghezza, ed è per questo che i nostri fiumi più lunghi li troviamo lungo la pianura più vasta, quella padana. La vera sorpresa non è tanto sapere che il nostro più lungo fiume è il Po che scorre per 652 km, ma che il più corto fiume del mondo è italiano, entrato nel Guinness World Records nel 2006. È il piccolissimo Aril, che nasce da una sorgente sotterranea e sfocia nel lago di Garda.



Misura appena 175 m, e li percorre tutti a Cassone di Malcesine, frazione di Malcesine nel veronese, sulla sponda nord-orientale del Lago di Garda. Nessun altro fiume al mondo, come l'Aril, in 175 metri di percorso ha l'aspetto di un "vero fiume" che oltrepassa 3 ponti, una piccola cascata, crea un laghetto, con la sua energia spingeva le pale di un frantoio e la turbina di una centrale idroelettrica dalla fine dell'Ottocento fino al 1913, ed entra nel più grande lago d'Italia. Aril è un fiume a tutti gli effetti, per la nostra legislazione, poiché risponde alla definizione scientifica di "corso d'acqua continuo con portata più o meno costante".

La prima funzione illimitata di un fiume è quella del trasporto dell'acqua, ma la complessità dell'equilibrio di un sistema fluviale è evidente. Nessun nostro corso d'acqua può essere associato ad un semplice nastro trasportatore di acqua e sedimenti. Sono strabilianti insieme di corsi d'acqua con i loro affluenti, e ogni fiume contiene almeno tre fiumi, tre tratti di idro-sistemi, nell'alta, nella media e nella bassa valle del fiume, con variazioni dell'ambiente fluviale, la variabilità dei loro parametri e delle loro caratteristiche chimiche e fisiche - temperatura, luce, trasparenza, pendenza, portata, velocità, granulometria del substrato, nutrienti, sostanze organiche, salinità, popolamenti di specie ittiche, capacità di trasporto solido, capacità di auto-depurazione - che li rende eccezionali.

Quando il fiume incontra un improvviso e brusco dislivello succede che precipita dall'alto con un salto verticale di altezza variabile, o anche con uno show di piccoli salti in successione alternati a sporgenze rocciose. La spettacolarità è garantita dai contesti ambientali e dai paesaggi creati, dal rombo dello spumeggiante tonfo con spruzzi e schizzi sparsi ovunque, poi dal placido scorrere successivo e dalle scogliere rocciose levigate che restano bagnate e luccicano al sole. L'acqua a cascata è fatta da capitomboli naturali o artificiali nati da deviazioni, idrauliche scivolate sotterranee, ruzzoloni carsici, cadute effimere e intermittenti oppure salti perenni o a fermoimmagine nei mesi invernali, con l'acqua immobilizzata sulle pareti di ghiaccio. Le nostre oltre 100 cascate non sono certo tra le più alte del mondo, anzi solo in primavera e a inizio estate sono al massimo della loro potenza e in media non superano un terzo dell'altezza della più alta cascata del pianeta - gli irraggiungibili 979 m del Salto Angel del Venezuela - ma ce la giochiamo perché sono tra le più celebri e celebrate del mondo. In nessun'altra parte del Pianeta, come in Italia, le cascate fanno precipitare anche tante storie mitiche come le nostre, leggende, sorprese come le cascate intermittenti - la cascata pliniana sul lago di Como nei

### FIUMI E LAGHI D'ITALIA



Fonte ISPRA

pressi di Torno con l'acqua che fuoriesce dalla roccia fessurata in maniera intermittente, con tre riduzioni di portata in media ogni 12 ore che trova ragione scientifica nel carsismo e nel basamento calcareo delle rocce dolomitiche con grotte, doline e voragini che segnano i tempi di fuoriuscita delle acque sorgenti.

Il sifone rovescio naturale fa sì che quando l'acqua raggiunge l'altezza giusta, avvia lo scarico all'esterno, e quando scende di livello deve aspettare il successivo accumulo e la nuova trascinazione.

### 368 grandi laghi e 15.963 piccoli laghi

Provando a mettere ordine tra i nostri "contenitori" di acque, arriviamo alla bella cifra totale di 15.963 bacini idrici di ogni dimensione, dai grandi laghi prealpini ai laghetti costieri, passando dai bacini incastonati nel bel paesaggio italiano in conche, valli, vallate, vallecicole, avvallamenti, infossamenti, cavità, depressioni, fosse, buche, incavi e persino caldere di vulcani spenti, dove sono orizzonti di tranquillità.





I nostri grandi laghi sono 368, e tutti insieme contengono 151 km<sup>3</sup> di acqua. Sono 14 i laghi naturali con oltre 10 km<sup>2</sup> di superficie, e 183 i laghi artificiali con superfici maggiori di 0,2 km<sup>2</sup>. Il resto dei bacini va da una capacità minima di immagazzinamento di 0,1 km<sup>2</sup> alla massima di 0,2 km<sup>2</sup> di acqua, come indica il censimento dell'Istituto di Ricerca sulle Acque del CNR. Sono concentrati soprattutto al Nord, con circa metà in Lombardia, dove i laghi prealpini Orta, Maggiore, Lugano, Como, Iseo, Idro e Garda sono la nostra eccezionale riserva di acqua dolce che, complessivamente, raggiunge un volume di 130 km<sup>3</sup>. Il resto dei laghi colora di azzurro i paesaggi del Centro Italia soprattutto, con i più vasti laghi di Bolsena, Bracciano, Vico e Trasimeno, e appena il 3% riflette nell'acqua gli ambienti del Sud e delle isole.

Si aggiungono poi 15.593 piccoli e piccolissimi specchi d'acqua regionali, di dimensioni inferiori a 0,1 km<sup>2</sup> ma dall'elevatissimo valore naturalistico e paesaggistico, utilissimi nell'approvvigionamento idrico e irriguo, nelle emergenze antincendio, e nel contenimento di acque di piena di piccoli corsi d'acqua. Di questi, 8.843 si sono formati con sbarramenti in terra lungo rii e torrenti minori, in ambito forestale. Nonostante la loro modesta dimensione, meritano manutenzioni costanti per le loro funzioni e per la qualità delle acque. Il loro numero è peraltro aumentato dal primo censimento da satellite del 1988, quando se ne contarono 8.288. Sono 2.752

quelli che possono essere definiti come laghetti collinari con capacità di invaso non superiore a 30.000 m<sup>3</sup>, e almeno 4.000 gli specchi d'acqua di alta quota, soprattutto sull'arco alpino.

## In Italia tutte le tipologie di laghi

Un lago è un lago. Ma l'Italia, a causa della sua incredibile geodiversità, è il regno della complessità delle acque che possiamo ammirare anche nella multiforme origine dei laghi che incastonano (o incastonavano) il Bel Paese. Per definizione scientifica, il lago è una depressione naturale della superficie circondata da terre emerse di dimensioni e profondità molto variabili, contenente acqua dolce, salmastra o salata. Per Decreto Legge - il 152 del 1999 - è un "Corpo idrico naturale lenticò, superficiale, interno, fermo, di acqua dolce, dotato di significativo bacino scolante". L'aggettivo lenticò richiama acque non correnti. Ma in realtà, nemmeno le acque di un lago sono acque ferme. E nemmeno un lago è per sempre. La formazione della nostra penisola potrebbe raccontare quanto i laghi possano essere effimeri, destinati a ridursi o scomparire, trasformarsi in aree palustri (di cui ormai a causa delle bonifiche ne sono rimaste ben poche) o in terreni solidi. Come i fiumi, i laghi sono elementi dinamici del paesaggio, in interazioni climatiche, geologiche e

idrologiche e anche umane permanenti. Per la loro bellezza sono frequentatissimi oggi dai turisti e fino dalle prime tracce di presenza umana le loro rive sono state abitate perché erano un'area in cui flora e fauna fornivano abbondante nutrimento. Spesso gli abitanti vivevano su palafitte, come quelle del Garda nell'età de bronzo e che dire della antichissima presenza di uomini a Colfiorito, dove il lago, ormai quasi tutto bonificato, era una straordinaria fonte di risorse alimentari in un'area altrimenti difficilissima da abitare come i monti dell'Appennino umbro - marchigiano.

I laghi dipendono dalla geologia delle zone che li ospitano, dalle tipologie di roccia che li delimitano, sono soggetti all'azione del vento, alle immissioni e alle emissioni di acque di pioggia o di corsi d'acqua o di falde sotterranee o anche marine, se sono residui di antichi bracci di mare isolati da dune. La geologia gioca un ruolo fondamentale: abbiamo detto di Colfiorito ma nel vicino bacino di Castelluccio, morfologicamente perfetto per ospitarlo, il lago non si è potuto formare perché le piogge si infiltrano tutte nelle rocce calcaree che ne compongono pareti e basamento. Ogni lago ha un bilancio idrico, il cui equilibrio è regolato ed è dipendente dai flussi di acque in entrata con gli immissari, con piogge e sorgenti freatiche, e dai flussi in uscita per deflussi superficiali di emissari, perdite da evaporazione o da infiltrazioni in fratture rocciose o per l'abbassamento di

falde freatiche. Abbiamo laghi cosiddetti aperti, con acqua che entra da un corso d'acqua e poi defluisce dal bacino nello stesso corso, laghi chiusi se il bacino non riceve corsi d'acqua o acque marine. E laghi naturali temporanei come quelli carsici, o realizzati per necessità di approvvigionamento idrico. La loro temperatura dipende da latitudine, altitudine, profondità, caratteri climatici locali, temperatura delle acque ricevute. E questo parametro li classifica in laghi tropicali, temperati, polari e glaciali, e aggiunge altre caratteristiche alla gran varietà di nostri laghi, qui classificati partendo dalle cause della loro origine. Bisogna anche ricordare che in Italia tutte le pianure, grandi e piccole, dalle pianure più vaste a quelle delle valli montane, da quelle lungo il mare a quelle all'interno prima delle operazioni di bonifica, iniziate già in età preromana, erano un insieme di laghi, paludi e acquitrini. Il paesaggio che vediamo nelle pianure oggi è quindi totalmente artificiale. Oltre a questo aspetto, si deve notare come grazie allo studio dei sedimenti i geologi dimostrano che in un passato geologicamente recente sono esistiti laghi insospettabilmente vasti, come il lago Tiberino che ricopriva buona parte dell'attuale bacino del Tevere in Umbria. I sedimenti lacustri degli ultimi 10 milioni di anni inoltre hanno fornito una abbondanza incredibile di fossili che hanno consentito delle ricostruzioni abbastanza precise della fauna e della flora e hanno anche registrato le prime fasi della presenza



umana in Italia. Questa la classificazione dei laghi secondo la loro origine:

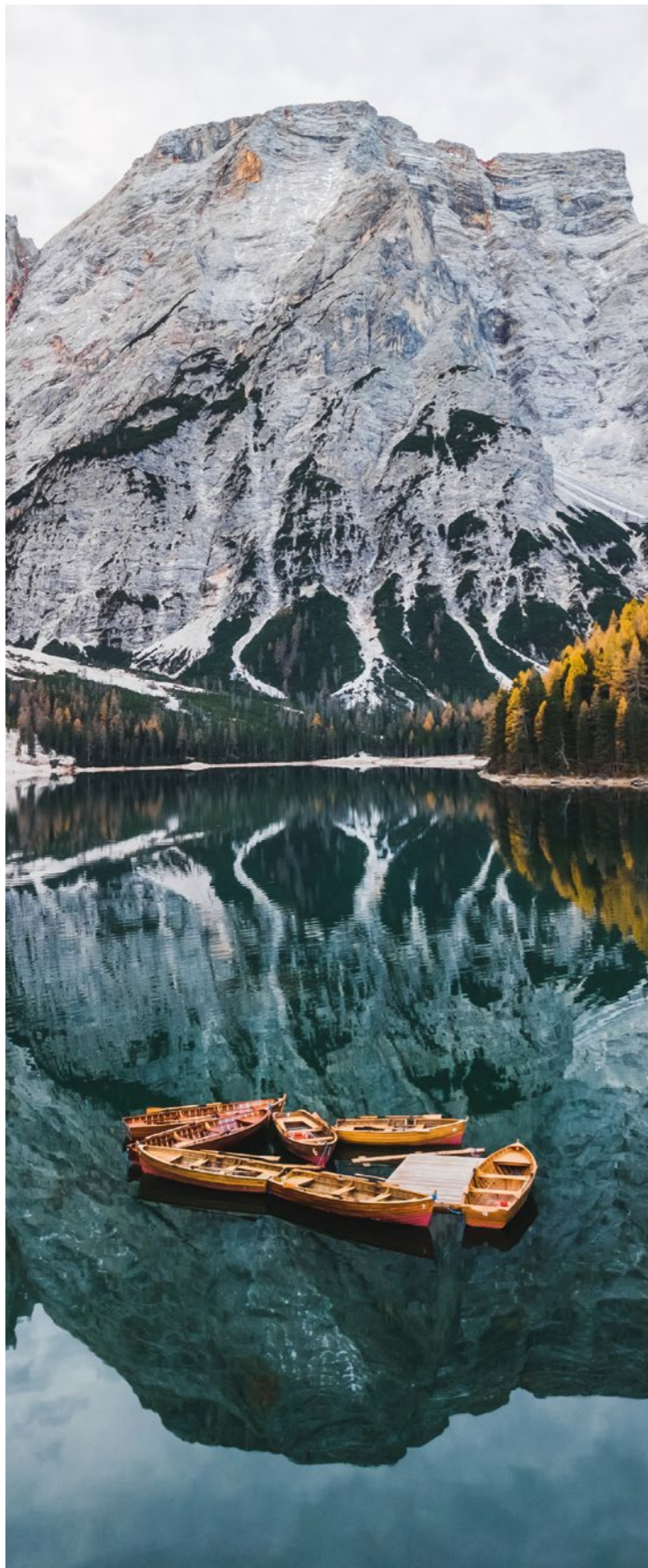
- › **Laghi tettonici con acqua che riempie il collasso del suolo.** Si tratta di laghi che devono la loro origine ai fenomeni tettonici recenti. In genere si tratta di bacini che occupano delle depressioni intermontane. La maggior parte di questi laghi a causa della loro scarsa profondità sono stati interamente bonificati come ad esempio il Fucino, il bacino di Rieti, il lago della Valdichiana (ben identificato anche da Leonardo da Vinci nella famosa “veduta della Toscana a volo di uccello”) e il lago di Colfiorito. L'unico nostro grande lago di origine tettonica rimasto è il Trasimeno, il quarto lago italiano per estensione, grande 128,7 km. L'area occupata da questo lago corrisponde ad una zona che per motivi tettonici si sta leggermente abbassando relativamente a quelle limitrofe.
- › **Laghi vulcanici: acqua al posto del fuoco.** Molti laghi nel mondo occupano parti dei crateri o delle caldere dei vulcani, non solo spenti, ma anche in vulcani attivi. Anche noi ne abbiamo diversi, concentrati lungo la fascia costiera tirrenica

dell'Italia centrale, soprattutto nel Lazio. Il più grande lago vulcanico europeo è nostro, ed è il lago di Bolsena, in provincia di Viterbo, con 114 km<sup>2</sup> di superficie, il quinto lago italiano per estensione. L'acqua prese il posto dei fuochi e delle fiamme al termine della fase vulcanica, tra 576 e 500 mila anni fa, quando i volumi di lava emessi determinarono il crollo della camera magmatica e l'abbassamento della zona sovrastante, formando una caldera. Oggi è uno spettacolo, con le due favolose isole al suo interno di Martana e Bisentina. In ordine di estensione il secondo lago vulcanico, esteso 57 km<sup>2</sup> è sempre nel Lazio: è il lago di Bracciano, e occupa l'ampia caldera sprofondata del complesso vulcanico in attività tra 400 mila e 150 mila anni fa. Nel viterbese c'è anche il Lago di Vico, anch'esso riempito con acque di falda e meteoriche a fine periodo eruttivo, circa 80 mila anni fa, che ha una superficie di 12 km<sup>2</sup>. Il livello del lago era più alto di almeno 20 m fino alla costruzione di un canale artificiale etrusco-romano scavato nella roccia sotterranea che abbassò il livello dell'acqua trasferendola alle campagne. Nel Lazio troviamo inoltre i laghi di Mezzano, Martignano, Monterosi, dei Colli Albani, con i bacini craterici del Vulcano Laziale di Albano e Nemi attivi fino

a qualche decina di migliaia di anni fa. Più a Sud, nei Campi Flegrei campani c'è il mitico Lago d'Averno, all'interno di uno dei tanti crateri avventizi che formano l'apparato dei Campi Flegrei, formatosi circa 4000 anni fa. Nell'antichità immaginavano che fosse l'ingresso agli Inferi e non avesse fondo. Sono in Basilicata altri due piccoli laghi vulcanici, di Monticchio, in due depressioni dell'antico vulcano del Vulture attivo fra 600 mila e 130 mila anni fa. C'è solo un rischio da tenere sotto controllo, nel caso di alcuni laghi craterici ancora caldi nel resto del mondo, ed è la possibilità che possano liberare gas acidi e fumarole. Anche in Italia i controlli e la ricerca scientifica sono costanti, in particolare sui nostri laghi di Albano e di Monticchio, e dimostrano fortunatamente che grazie al nostro sbalzo termico inverno-estate, che varia la densità delle acque e favorisce il rilascio ciclico e sicuro di eventuale CO<sub>2</sub> accumulata, non corriamo pericoli.

- › **Laghi glaciali e laghi morenici: acqua protetta dai ghiacci.** I laghi glaciali sono altri paesaggi da favola perché si formano sotto i ghiacciai e sono circondati da ghiacci e da pareti rocciose. Possono essere laghi di circo se occupano conche tondeggianti, come la maggior parte dei nostri laghetti alpini, oppure laghi vallivi al termine di valli glaciali, o anche più vicini alle pianure e chiusi da sistemi collinari come sono i laghi Maggiore, di Como o Lario, d'Orta, d'Iseo e di Garda, che è il più grande dei nostri laghi con superficie di 370 km<sup>2</sup> ai confini tra Lombardia, Veneto e Trentino Alto Adige e contiene cinque suggestive isole. Sono glaciali anche i nostri cinque laghi del Canavese: Nero, Pistono, San Michele, di Campagna e Sirio, che è il più ampio, ma con appena 0,3 km<sup>2</sup> di superficie e 45 m di profondità. Questi specchi d'acqua non vanno confusi con i laghi originati dalla fusione dei ghiacciai o con i laghi morenici dove l'acqua è rimasta intrappolata nelle forme del ritiro dei ghiacci come nei laghi di Avigliana, Viverone e Candia.
- › **Laghi carsici: acqua del carsismo e delle gravine.** Ecco un'altra originalità italiana: essere ricchi di acqua anche dove l'acqua in superficie non c'è. È però sempre corrente, anche se non la vediamo, e si infiltra nella massa rocciosa sotterranea tra reti di cunicoli e cavità strepitose. È la particolarità delle aree carsiche, e non a caso siamo noi gli inventori del termine “carsismo” e abbiamo il copyright scientifico della Carsologia che studia le caratteristiche dell'Altopiano del Carso delle Alpi Orientali, che va dal Friuli alla Slovenia e dalla Croazia

all'Adriatico. La roccia carsificata è presente nel 18% delle nostre superfici rocciose, dove la netta prevalenza è delle rocce carbonatiche, in particolare calcari, con un residuale 1% di rocce evaporitiche, formate cioè dalla deposizione di sali minerali con gli unici affioramenti naturali di salgemma in Sicilia. Nella zona carsica, la quasi totalità dell'acqua che sparisce inghiottita rapidamente dal suolo attraverso migliaia di fessurazioni e fratture, ha lasciato sul terreno una particolare e curiosa struttura geologica con panorami rocciosi dalle tipiche forme curve, con solcature, forme erose superficiali con torrioni, canyon, gole, valli, pozzi e abissi con salti verticali anche di 200 m. Nei condotti carsici c'è una tale circolazione idrica da far concorrenza ai fiumi impetuosi, e dà vita a laghi carsici che occupano conche quasi sempre a forma di imbuto. L'acqua sa ricavarne e scavare i suoi spazi grazie alla sua capacità di disaggregazione chimica e meccanica delle rocce, portando a dissoluzione il carbonato di calcio. In milioni di anni di flussi sotterranei, ha provocato subsidenze, crolli e collassi che hanno fatto nascere migliaia di doline, le depressioni concave a fondo chiuso, altro nostro tipico fenomeno idrologico e geologico. Queste conche a forma di ciotola o imbuto vanno dai 2 ai 200 m di profondità, e hanno diametri variabili da poche decine fino ad un migliaio di metri. Talvolta, sul loro fondo, si aprono degli inghiottitoi attraverso i quali l'acqua, ricca di sali sciolti, penetra e finisce nelle foibe, che sono delle cavità ancora più profonde ma con pareti verticali a forma di pozzo. Quando più doline riescono a connettersi, queste formano le cosiddette uvalde di grandi dimensioni. L'ampliarsi delle cavità carsiche crea ampi bacini chiamati *polje*, dal fondo pianeggiante, che possono essere lunghe anche decine di chilometri e talvolta ospitano piccoli laghi temporanei con cascatelle come quelli ammirati nei pressi delle Grotte di Postumia, in Slovenia, o come i nostri laghetti Doberdò in Friuli, Andalo in Trentino, Canterno nel Lazio, Piediluco in Umbria, Matese in Campania, Montefalcone in Molise. Il fenomeno del carsismo lo troviamo anche sulle fantastiche Murge, l'altopiano carsico tra Puglia e Basilicata, alture non più alte di 700 m ma incise da profondi fossi chiamati gravi o gravine che oggi sono abbelliti da viti, mandorli e ulivi a perdita d'occhio. La gravina è un altro profondo impluvio delle acque dove la pioggia scompare assorbita nei vuoti sotterranei. Ce ne sono centinaia da Matera a Ostuni, e fino a Mottola, Massafra e Molfetta, dove si snoda un altro lungo inghiottitoio calcareo intensamente fratturato che immagazzina pioggia in ampie caverne. Non a caso la Puglia ha il maggior numero di



*sinkholes* naturali, i fenomeni di sprofondamento dovuti alla presenza di oltre 2.000 cavità carsiche con rocce carbonatiche indicate nel Catasto delle Grotte Naturali della Federazione Speleologica Pugliese, e anche di *sinkholes* antropici dovuti alla presenza nel sottosuolo di oltre

1.500 cavità artificiali scavate dai tempi più antichi per creare ripari o luoghi di culto. Ci sono ipogei di estremo fascino per la perfezione delle architetture ricavate nei secoli, anche abbelliti da cicli di affreschi dell'Oriente bizantino. Nella sola città di Gravina almeno 2.500 cavità di ogni dimensione sono utilizzate da sempre e soprattutto come cantine. La Puglia custodisce meraviglie sotterranee. Come le Grotte di Castellana, prive dello sguardo umano fino al gennaio del 1938 quando, dopo essersi calato con corde e lampada sul casco, lo speleologo Franco Anelli risalì in superficie riportando tutto lo stupore di aver visto vuoti enormi, strutture di stalattiti e stalagmiti, laghi sotterranei con acque limpidissime, e aveva i battiti del cuore a mille per essersi ritrovato dentro un complesso ipogeo di oltre 100 m di altezza e oltre 50 di larghezza, illuminato da un'apertura naturale sulla volta. Da allora furono individuati tre chilometri di grotte modellate dal calcare disciolto dall'acqua, con l'ultima caverna del sistema ipogeo di Castellana chiamata Grotta Bianca per il colore abbagliante del suo alabastro. È la più splendente del mondo.

› **Laghi di sbarramento: acqua trattenuta da frane.** I laghi di sbarramento sono quelli nati a monte di tratti di corsi d'acqua ostruiti da frane o da accumuli di sedimenti e materiali trasportati dai fiumi. È quel che accadde due secoli fa anche per la nascita del Lago di Alleghe sulle Dolomiti bellunesi, dopo il crollo di un versante franato a valle. A volte un lago del genere può nascere anche da colate laviche che possono non soltanto far evaporare il corso d'acqua ma anche dividerlo e deviarlo, come è accaduto con la formazione del piccolo Lago Gurridda alle pendici dell'Etna. Oppure può nascere per ostruzioni da frana, come quelle che hanno sbarrato le valli dei laghi di Scanno in Abruzzo, Molveno in Trentino, Antrona in Val d'Ossola. O anche da morene con rocce e terre trasportate e depositate dallo scioglimento di ghiacciai, come è accaduto ai laghi Pusiano, Annone e Garda. Non mancano nemmeno bacini creati dalle lingue glaciali che ostacolano il fluire di corsi d'acqua, come nel caso dei laghi di Combal, Miage e di Fedazia. Possono persino nascere da accumuli di detriti portati dagli affluenti che sbarrano il corso del loro fiume creando laghi come quelli di Levico e Caldonazzo.

› **Laghi di pianura** che si formano in zone pianeggianti dove l'acqua viene trattenuta da sbarramenti "costruiti" da accumuli di sedimenti fluviali. Possono essere ampi e poco profondi, o residui di laghi più vasti che riempiono depressioni dove emerge la falda freatica, come nel caso del piccolo Lago della Costa nei Colli Euganei.

› **Laghi costieri: la sorpresa dell'acqua salata.** Li dobbiamo al moto ondoso che lentamente deposita sabbia e forma cordoni sabbiosi sedimentari, lasciando uno spazio per far penetrare l'acqua salmastra che viene racchiusa e forma il lago costiero che interagisce con il mare. Li vediamo in Sardegna, nei bracci di mare isolati da cordoni sabbiosi litorali che hanno formato i laghi di Lesina e Varano, di Sabaudia e di Fogliano. Ma possono formarsi anche quando le dune riescono a sbarrare piccoli corsi d'acqua, trattenendola in riva al mare.

› **Laghi fluviali, alluvionali, da piena, da opere di ingegneria.** Sono i laghi che occupano aree alluvionali di fiumi fuoriusciti più volte dal loro argine naturale e accumulano le loro acque in bacini poco profondi creando, ad esempio, il lago di Val Pola in Valtellina. Possono anche essere l'evoluzione delle trasformazioni di fiumi con alvei talmente ampi da diventare laghi. O formarsi quando un corso d'acqua riempie alvei abbandonati, come è accaduto al Lago di Mezzola, o per l'intervento umano con costruzioni di imponenti opere di ingegneria

idraulica come quelle che nel 1190 diedero vita ai quattro laghi artificiali di Mantova lungo il corso del Mincio: i laghi Superiore, di Mezzo, Inferiore e Paiolo. Sono talmente inserite nel contesto ambientale che ormai sembrano laghi naturali.

› **Lagheti urbani: acqua che riemerge.** Le acque sotterranee possono risorgere casualmente e creare in superfici urbane lagheti deliziosi e utili. Nel 1992, ad esempio, si formò così il Lago Ex SNIA, uno specchio d'acqua nella città di Roma alimentato dalle sorgive dell'antico Fosso della Marranella che oggi ha una superficie di 10.000 m<sup>2</sup> e profondità di 9 m. Tutto accadde durante i lavori di costruzione di un parcheggio sotterraneo di un centro commerciale, quando grossolane operazioni di scavo intercettarono una delle tante falde della zona chiamata, non a caso, dell'Acqua Bullicante. L'acqua riempì la buca delle fondamenta del complesso da edificare. Vollerò prosciugarlo e intombarlo, ma si oppose l'intero quartiere che invece voleva un laghetto al posto di altro cemento, e vinsero la loro battaglia. Oggi è uno specchio d'acqua protetto dal Parco delle Energie, utilizzato anche per fare canottaggio e nuoto, ormai circondato da una ricca biodiversità. Sempre a Roma, un'altra bella storia di nuovi laghi urbani è quella del lago di Ponte di Nona, dove l'acqua ha vinto sul cemento dopo essere stata intercettata durante gli scavi in una ex cava per le fondazioni di caseggiati. La cava oggi contiene il laghetto.





# 3.

## Le acque sotterranee

### 1053 “serbatoi di acque di falda”

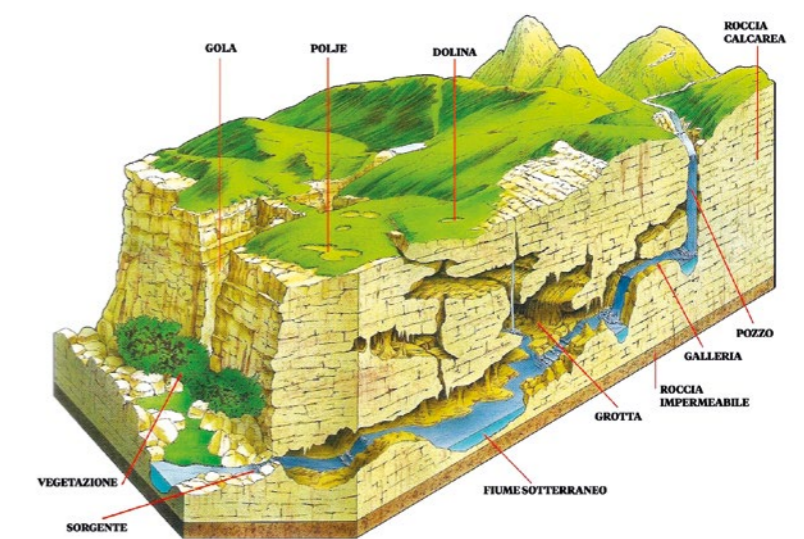
Le reali quantità delle acque presenti nei sottosuoli del mondo sono solo stimate, non si conosce il loro reale volume né la reale consistenza di immensi serbatoi millenari, anche fossili e statici, presenti sotto la superficie e nelle profondità terrestri. La misura delle portate e dei deflussi sotterranei, al contrario delle misurazioni delle risorse superficiali, sono determinate da stime indirette che valutano il volume annuo medio di alimentazione della falda da acque meteoriche. Con due procedimenti. Il primo stima la quantità di acqua meteorica che si infila nel terreno, ma non fornisce risultati attendibili per le incertezze sui dati di assorbimento e per la parte dell'acqua infiltrata che nei lunghi percorsi comunque riaffiora e rimpingua corsi d'acqua superficiali e laghi o evapora. Il secondo parte dal bilancio idrico del bacino imbrifero tributario della sezione sotterranea con calcoli teorici di afflussi meteorici, deflussi sotterranei, deflussi attraverso alvei superficiali e volumi evapotraspirati e le interazioni tra acque di falda e di superficie. Ma individuare esattamente il bacino imbrifero tributario della falda non è semplice, come non sempre è semplice la delimitazione degli spartiacque superficiali e sotterranei.

Sono 1.053 i laghi-serbatoi sotterranei di falda sotto i nostri massicci montuosi, che custodiscono l'acqua migliore del mondo.

Sono sacche di falda purissima che ci sorprendono quanto quelli alla luce del sole. Ne abbiamo 1.053, scoperti per caso o nel corso di ardite esplorazioni da speleologi, archeologi, geologi, e ormai segnalati da

tecnologie e rilievi radar. L'acqua di sotto è custodita nei sottosuoli carbonatici in ambienti ipogei, cavità, in grotte e caverne anche gigantesche diventate serbatoi naturali di acqua purissima, frutto di lenti processi di accumulo e filtraggi risalenti anche a decenni fa, e ottimamente conservata. Sono riforniti anche da fiumi ipogei e dall'assorbimento dalle rocce permeabili che lavorano come spugne di pietra e la rilasciano facendola colare, trasudare e a volte zampillare dalle pareti rocciose. Basta salire sul Monte Nuria, nei massicci calcarei del reatino, per poi scendere - accompagnati dai tecnici ACEA - nelle sue viscere e trovarsi di fronte all'emozione pura delle perenni sorgenti del Peschiera e di Le Capore, i bacini naturali sotterranei da dove

### LA CIRCOLAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE NEGLI ACQUIFERI CARSIICI



**BILANCIO IDRICO GLOBALE NAZIONALE**

Conferenza Nazionale sulle acque 1968-71

	Deflusso annuo in miliardi di metri cubi	Altezza ragguagliata (mm)	Contributo (l/s . km <sup>2</sup> )	Percentuale
Deflusso superficiale .....	155	510	16,3	52,3
Deflusso sotterraneo scaricantesi a mare .....	12	40	1,3	4,1
Perdita .....	129	440	13,7	43,6
<b>Afflusso meteorico .....</b>	<b>296</b>	<b>990</b>	<b>31,3</b>	<b>100,0</b>

parte uno dei più grandi acquedotti del mondo, che trasporta solo acqua di sorgente, e il 70% della buonissima acqua di Roma. Il Peschiera è uno dei più grandi laghi sotterranei del mondo, con acqua a meno di dieci gradi in immense grotte azzurre alimentate da cunicoli drenanti sotto l'imponente massiccio montuoso. L'acqua è talmente trasparente che alla luce artificiale riflette il fondo a 15 metri.

Con buona approssimazione possiamo indicare cifre attendibili. I dati di Aquastat-Fao sui Paesi europei, i più attendibili, assegnano all'Italia una dotazione da 43 miliardi di m<sup>3</sup> di acqua sotterranea a fronte dei 45 della Germania, dei 120 della Francia, dei

30 della Spagna e dei 10 della Gran Bretagna. Si tratta di una dotazione medio-alta che conferma l'importanza di un sistema di accumulo naturale ancora abbastanza inesplorato sia per le capacità che per la modalità di funzionamento.

Se assumiamo poi la media dei dati indicati dai ricercatori degli ultimi 50 anni di diverse università e oggi dall'Ispra in particolare, che indicano deflussi sotterranei che escono dalla nostra fascia costiera lunga pari a 8.970 km, comprese le isole principali e finiscono in mare in una misura compresa tra il 5 e il 10% dei deflussi superficiali misurati alle foci che ammontano a circa 155 miliardi di metri cubi, valutiamo un valore compreso tra gli 8 e i 16 miliardi di metri cubi annui, una buona media è di circa 12 miliardi di metri cubi annui di deflussi sotterranei scaricati in mare, i deflussi a mare per via sotterranea sono circa il 4% delle precipitazioni.

**RISORSE SOTTERRANEE UTILIZZABILI**

Conferenza Nazionale sulle acque 1968-71

	Miliardi di mc	%
Italia settentrionale .....	8,6	66
Italia centrale .....	1,5	12
Italia meridionale .....	1,8	14
Isole .....	1,1	8
<b>Totale .....</b>	<b>13,0</b>	<b>100</b>

**VALUTAZIONE UTILIZZAZIONI ACQUE SOTTERRANEE NEI COMPARTIMENTI IDROGRAFICI**

Conferenza Nazionale sulle acque 1968-71

COMPARTIMENTO O SEZIONE IDROGRAFICA (V. TABELLA I)	Pozzi censiti		Pozzi presumibilmente esistenti					
	Numero	Portata massima complessiva (m <sup>3</sup> /s)	Numero	Volume annuo estratto (hm <sup>3</sup> )	Portata media annua estratta (m <sup>3</sup> /s)	Area interessata dai pozzi (km <sup>2</sup> )	Contributo utilizzato (l/s.km <sup>2</sup> )	Altezza ragguagliata utilizzata (mm)
Torino .....	7560	202,8	8250	1400	44,4	10.300	4,3	136
Milano .....	6190	133,8	7300	2522	79,9	11.970	6,7	211
Parma .....	4880	109,3	7560	1225	38,8	6.970	5,6	177
Bologna .....	7100	42,0	11300	375	11,9	4.810	2,5	79
Venezia .....	8860	26,0	12860	1211	38,4	11.000	3,2	101
Genova .....	600	11,1	870	200	6,3	410	15,5	489
Pisa .....	3180	13,7	5900	350	11,1	2.000	5,5	174
Roma .....	500	5,0	5000	100	3,2	1.100	2,9	92
Pescara .....	1000	3,4	1300	100	3,2	800	4,0	126
Napoli .....	4270	13,7	25050	446	14,1	3.500	4,0	126
Bari .....	9620	50,4	15420	410	13,0	8.385	1,6	50
Catanzaro .....	2780	9,4	3650	300	9,5	1.300	7,3	230
Palermo .....	10170	77,2	15180	740	23,4	6.810	3,5	110
Cagliari .....	3700	9,0	4550	67	2,1	3.000	0,7	22
<b>Italia .....</b>	<b>70410</b>	<b>706,8</b>	<b>124190</b>	<b>9446</b>	<b>299,3</b>	<b>72.355</b>	<b>4,1</b>	<b>129</b>

Nel basso Milanese le risorse idriche sotterranee si valutavano 50 anni fa tra 6 e 20 litri/sec per km<sup>2</sup>, mentre nel Tavoliere delle Puglie si scendeva a meno di 1 litro-/sec per km<sup>2</sup>. Il volume complessivo di acqua annualmente immagazzinata dal sottosuolo e restituito al mare, veniva stimato nel 1970 sul 4% dell'afflusso meteorico, pari a circa 13 miliardi di m<sup>3</sup>. La risorsa utilizzabile complessiva era valutata in circa 13 miliardi di m<sup>3</sup>. Le nostre risorse sotterranee che, come quelle superficiali, non sono indipendenti, hanno grandi capacità d'invaso con un ruolo di volano soprattutto stagionale del bilancio idrologico territoriale, piuttosto che risorsa autonoma come comunemente si pensa, una funzione che quasi ovunque spinge ad attingimenti di portate eccessive, che superano le possibilità di ricarica naturale della falda e portano a un progressivo esaurimento delle riserve idriche sotterranee. Per evitare rischi è consigliabile fissare limiti agli attingimenti in base valutazioni, sia pure indicative, del tasso di rinnovamento medio annuo della falda. Un tasso comunque in Italia molto elevato.

Una valutazione approssimativa, prendendo come punto di partenza le utilizzazioni allora esistenti, fu l'indagine sulle utilizzazioni effettuata dal Servizio Idrografico dello Stato nel 1966 in occasione della redazione del Piano Regolatore Generale degli Acquedotti, aggiornata quattro anni dopo nella Conferenza Nazionale in collaborazione con la Federazione Aziende Municipalizzate Gas e Acqua. Sono stime di massima, viste le vistose incertezze nella quantificazione del numero dei pozzi esistenti, dei quali manca in Italia ancora oggi un censimento credibile e costante.

Il numero dei «pozzi censiti» fu ricavato mezzo secolo fa dalle autorizzazioni rilasciate dagli Uffici del Genio Civile nei territori soggetti a tutela, e degli altri pozzi esistenti, circa il 75% dei primi, da informazioni generiche o di conoscenza dei luoghi da parte di funzionari dello Stato. Ancora maggiori furono, e sono oggi, le incertezze sulle portate, e sui volumi d'acqua emunti, con stime ricavate dal numero stimato di ore di funzionamento delle pompe correlate agli utilizzi. Pur con questi deficit di conoscenza, emergeva dall'indagine un volume d'acqua sotterranea utilizzato in Italia pari a circa 10 miliardi di metri cubi annui, con alcuni dati significativi:

- › l'area media interessata da un pozzo di 0,54 km<sup>2</sup>,
- › la portata media annuale emunta complessivamente dai pozzi esistenti di circa 300 m<sup>3</sup>/sec;
- › la maggior parte erano al servizio di utenze irrigue;

- › l'emungimento era concentrato in alcuni mesi e in alcune ore della giornata con portate di punta più che doppia della media generale;
- › il contributo medio annuo utilizzato di 4,1 l/s km<sup>2</sup>;
- › i contributi variavano notevolmente da un minimo di 0,7 l/s km<sup>2</sup> della Sardegna e il massimo di 15,5 della Liguria, seguita dal compartimento di Catanzaro (7,3) con Calabria e Lucania e dal compartimento di Milano (6,7 l/s).

I volumi annui delle riserve sotterranee potenziali per tutto il territorio nazionale era pari a circa 12,9 miliardi di metri cubi, come si vede in tabella, oltre il 65% concentrate nell'Italia Settentrionale.

**RISORSE SOTTERRANEE POTENZIALI**

Conferenza Nazionale sulle acque 1968-71

ZONA	Miliardi di metri cubi	Percentuale
Italia settentrionale .....	8,62	66,5
Italia centrale .....	1,45	11,2
Italia meridionale .....	1,84	14,2
<b>Penisola .....</b>	<b>12,16</b>	<b>91,9</b>
Sicilia .....	0,86	6,6
Sardegna .....	0,19	1,5
<b>Territorio nazionale .....</b>	<b>12,96</b>	<b>100,0</b>

**Le risorgive**

Le falde sotterranee possono scorrere lentamente attraverso strati permeabili di terreno situati sopra strati impermeabili (falde freatiche) o fra due strati impermeabili (falde artesiane), o nelle rocce fratturate o come, ad esempio, quelle carsiche.

Una sorpresa unica al mondo è nella pianura Padana e Veneta, ai piedi delle Prealpi, dove quasi dappertutto è zona di risorgive con portate considerevoli.

Questa è una sorpresa spiazzante: l'Italia ha corsi d'acqua a regime non torrentizio e con portate costanti di cui non troveremo mai una classica sorgente a monte. Sono i fiumi di risorgiva, di cui abbiamo il record del più lungo d'Europa: il Sile. L'acqua di risorgiva richiama lo stupore dei monaci contadini dell'anno



Mille che, sulle pianure padane, andando in cerca di acqua dolce per le comunità medievali, inseguendo rivoletti apparentemente senza il capo d'acqua, trovarono piccole pozze in piccole depressioni di terreni di pochi metri di diametro. L'acqua affiorava beffarda, con flussi in risalita e non arrivando in discesa, emergendo come d'incanto dal terreno e non fluendo dalle alture.

Con mani esperte scavarono fossati per indirizzarla con le aste del fontanile, con le quali irrorarono l'invenzione delle marcite che ha permesso a tante generazioni di sopravvivere alla miseria con l'idea geniale dell'irrigazione dei pratum marcidum. Leggenda vuole che la prima marcita fu realizzata nei campi di Norcia da San Benedetto, e i suoi benedettini diffusero la tecnica dei prati marcitoi con l'acqua delle risorgive della pianura padana dove, nel 1135, la comunità dei cistercensi francesi la sperimentò nell'azienda agraria dell'Abbazia di Chiaravalle.

I monaci divennero i principali possessori di terre coltivate proprio grazie all'insperata irrigazione a gravità. Con l'acqua di risorgiva potevano irrigare tutto l'anno e senza creare ristagni paludosi perché è acqua che non gela mai, e l'intuizione vincente

fu quella di organizzare le campagne da coltivare con i fontanili, le canalizzazioni di risorgive che inviavano acqua alle colture a temperatura fra i 9 gradi d'inverno e i 14 d'estate, sempre tenuta in scorrimento dalla conformazione declinante del terreno a marcita che impediva che il suolo ghiacciasse d'inverno, e garantiva anche fino a 9 tagli di foraggio l'anno, contro i 4 o i 5 tradizionali del miglior prato.

A Montorio Veronese la bellezza dell'acqua riaffiora da 7 risorgive generando 2 laghetti e scorrendo in canali che regalano al paese il fascino di una piccola Venezia. Sull'Alta Pianura del bacino del Po tra i pendii collinari e montuosi delle Prealpi, i terreni argillosi e arenosi stratificati nei millenni, hanno la più elevata capacità di assorbimento di acqua piovana portandola fino ai 200 m di profondità, dove lo strato impermeabile crea immense sacche di falde freatiche che sono la linea di ricarica dell'intero sistema idrologico della pianura padana, e la magia dell'acqua da intricati percorsi nel sottosuolo la vede scorrere verso il fondovalle fino al punto in cui riaffiora in superficie. L'affioramento è nella Media Pianura del Po, l'area di suoli con

ghiaie e sabbie di depositi limosi e argillosi e di un sottosuolo anch'esso ricco di sacche idriche e di più superficiali acque "libere" che risalgono come risorgive. Quando si incontrano e si fondono, oltre ogni immaginazione, le acque di risorgiva possono diventare fiumi di risorgiva come i veneti Sile, Dese, Marzenego, Bacchiglione, Timochio, Tartaro, Menago. Le zone di risorgiva sono indicate anche nella toponomastica come Linea delle risorgive dei fiumi veneti.

Ma le troviamo anche in Sicilia, alle falde dell'Etna, nella zona di Adrano, inaspettato luogo di risorgive che alimentano piccoli affluenti del Simeto. Incredibile ma vero, anche sotto colate di lave e tra argille e marne risorge acqua che nei duecent'anni di dominio arabo dell'isola, dall'827, consentì la prima agricoltura intensiva irrigata da polle risorgive a 500 m sul livello del mare. Era talmente tanta che a fine Settecento il principe Ignazio Paternò Castello fece ricavare fontanili per condurla anche in una sua vasta risaia. Altre risorgive alimentano anche la Timpa della Leucatia, bel polmone verde catanese con fittissima vegetazione.

## Milioni di pompaggi da pozzi

Le acque di falda da sempre sono le migliori e più sicure fonti di approvvigionamento idrico. Garantiscono prelievi notevoli e abbastanza variabili, con un utilizzo elastico nell'arco del tempo - giornata, settimana, mese, stagione, anno - che consente di seguire le variazioni della domanda d'acqua e di fronteggiare i fabbisogni anche aggiuntivi. Sono utilizzate soprattutto dagli agricoltori per costi molto bassi o inesistenti, e tradizionalmente rispondono a quella diffusissima e antichissima "cultura del pozzo" italiana che permette da sempre di attingere acqua sui propri terreni.

I pozzi più antichi risalgono al Neolitico. Ma in tantissimi luoghi, l'unico modo per avere acqua da bere era solo quello di scavare una buca verticale nel terreno, la tecnologia primitiva, quasi istintiva, e raggiungere l'acquifero sotterraneo. Spesso bastava scendere di qualche metro con zappette e vanghe per bagnarsi i piedi con l'affiorare dell'umidità. Si poteva però aver raggiunto il pelo d'acqua di una falda freatica, cioè l'acquifero più superficiale e caratterizzato dalla superficie "a pelo libero" della falda, alimentato dall'infiltrazione di acque meteoriche o di percolazione da fiumi e laghi. Oppure si poteva intercettare una falda artesianiana, cioè l'acquifero completamente racchiuso tra due formazioni impermeabili come rocce o argille, in condizioni di stoccaggio paragonabili a quelle delle condotte in pressione, con l'acqua pronta a schizzare verso l'alto fino a raggiungere il livello del piano di campagna.

Dal punto di vista della qualità, le falde artesiane sono più protette, ma a quei tempi erano di difficile gestione nel momento in cui veniva perforato lo strato impermeabile superiore e l'acqua sprizzava da tutte le parti. Il loro nome deriva dalla regione francese dell'Artois dove, per la prima volta, nel corso di una perforazione, notarono il fenomeno, poi spiegato dalla scienza idraulica, del pozzo effluente dovuto alla particolare conformazione geologica, con le acque sotterranee che salgono in superficie senza ausili meccanici o di pompe, zampillando come una fontana fino alla quota della linea piezometrica, spesso sopra il piano-campagna. Il vantaggio è quello di fare a meno dei sistemi di pompaggio, obbligatori per le altre tipologie. Il più grande bacino artesianiano è però in Australia, ad una profondità di quasi 2000 m, e le sue acque alimentano circa 6.000 pozzi artesiani.

La parola pozzo derivò dal greco *phréar, phréatos*, e dal latino *pūteus*. Era una struttura inizialmente di forma circolare, quadrata o anche ellittica, con dimensioni e profondità variabili. Erano numerosi già all'inizio delle fondazioni delle prime città nelle pianure alluvionali, favorite da falde acquifere facilmente raggiungibili ed eccezionalmente ricche. Intercettarle richiedeva lavori abbastanza semplici e tempi brevi: bastava scavare in alcuni punti anche solo per 4 o 5 metri per veder emergere pozze d'acqua dolce, filtrata naturalmente dal suolo paludoso e limaccioso. Sulla sua qualità oggi avremmo parecchi dubbi, però i pozzi costituirono per secoli le più importanti fonti di approvvigionamento di acqua.

I pozzi generalmente erano e sono a sezione circolare. Il rivestimento di mattoni o intonacato con cocchiopesto per renderla più impermeabile oggi può essere di muratura, calcestruzzo, cemento armato o con anelli di ghisa usati per pozzi sottoposti a forti pressioni. La bocca poteva essere a livello del suolo, inizialmente chiusa da una semplice pietra, poi protetta da un muretto basso circolare o quadrato di malta e mattoni e da strutture esterne sempre più lavorate come le artistiche "vere di pozzo".

Per la loro funzione vitale, i pozzi erano intoccabili. La legislazione ateniese, per esempio, prevedeva severissime sanzioni per chi li danneggiava o alterava la qualità dell'acqua. La prima prescrizione del giurista Solone, seicento anni prima di Cristo, fu divulgata nel timore che le acque sotterranee non fossero illimitate e per limitare l'eccesso di prelievo ed evitare l'esaurirsi di alcuni pozzi se troppo vicini o troppo sfruttati.

L'acqua si attingeva calando una corda e un secchio, poi si sollevava azionando meccanismi più evoluti come lo shaduf, un lungo bilanciere montato su piloni di terra alle cui estremità erano legati un contenitore e un contrappeso, quindi la scoperta

della pompa a pistoni, inventata nella scuola di idrologia di Alessandria d'Egitto nel terzo secolo prima di Cristo, grazie al creativo Ctesibio. La sua pompa spingeva l'acqua a pressione grazie ad una leva azionata da due persone che sollevava e abbassava due pistoni nei loro cilindri i quali, per effetto dell'aspirazione, facevano entrare acqua nel tubo dai fori alla base della pompa e poi la facevano uscire. La perfezionarono i Romani con le prime pompe a stantuffo che utilizzavano uno o due cilindri e, inserite in un pozzo, erano in grado di far superare dislivelli superiori anche ai 15 m, producendo una portata continua pari o superiore ai 60 litri al minuto. I Romani inventarono anche la variante di mini-pompe portatili in bronzo, utili per svuotare l'acqua dalle miniere o quella di sentina dalle navi. Ma uno dei più grandi problemi dell'antichità, quello di riuscire a far salire grandi quantità di acqua da un ampio pozzo con facilità per distribuirla nei campi, fu risolto da Archimede con la sua Vite, costituita da un cilindro all'interno del quale era collocata una grande spirale di legno la cui estremità doveva essere immersa in posizione inclinata nell'acqua. Azionando una semplice manovella, l'acqua, spinta attraverso le volute della spirale, saliva in superficie fuoriuscendo dalla sommità del cilindro.

La quasi totalità dell'umanità a lungo attinse solo dai pozzi, e ce n'erano ovunque sia privati che di pubblica utilità, nelle corti delle abitazioni e nei templi, nelle aree dei mercati e nelle piazze. Per i Romani integrava gli acquedotti e aveva un forte valore simbolico, e la sua iniziale collocazione era sul lato nobile dell'ingresso al centralissimo Foro cittadino.

Alcuni avevano anche un'imponenza monumentale, con coperture a volta e rivestiti di marmi, talvolta raggiungibili anche da scale fino al livello dell'acqua, e le sempre più eleganti e belle architetture indicavano anche la loro forte potenza religiosa, col numen benefico, la potenza divina che alimentava le falde freatiche. E le variazioni del loro livello dell'acqua, condizionate da periodi di siccità o di grande piovosità, erano interpretati come dei segni divini.

Il pozzo è stato, in moltissimi casi, la principale "sorgente" cittadina italiana fino all'Ottocento: intorno al pozzo ci si fermava a chiacchiere come oggi al bar. E se i numerosi pozzi delle epoche antiche rinvenuti in tutta la penisola indicano profondità medie attorno ai 15 m, i successivi, con le migliori tecniche di scavo, superavano anche i 100 m, trasformati in tubi metallici infissi nel terreno con la "battitura" fino a farli pescare nella falda acquifera, e provvisti di filtri all'estremità inferiore dalla quale l'acqua veniva tirata su con una pompa.

Ma quanti sono? Ancora oggi, il numero dei pozzi italiani è una incognita. Evitando controlli e complesse procedure amministrative e iter di concessione degli attingimenti dai corsi superficiali, le falde sono utilizzate moltissimo anche dall'industria con un l'approvvigionamento idrico immediato e presente in sito. È prelevata anche per uso idropotabile come nel caso dell'area urbana di Milano. In una situazione di deregulation generale, sappiamo che l'Italia ha visto nei decenni scorsi un'accelerazione notevole dell'estrazione di acqua sotterranea che continua a rispondere a esigenze di molti territori.

Sui pozzi esistenti, l'indagine della Cassa per il Mezzogiorno che, dal 1950 al 1968, valutò le estrazioni nel settore agricolo privato, censì 33.000 pozzi destinati all'irrigazione di 140.000 ettari, per un emungimento complessivo presumibile durante la stagione irrigua di circa 600 h/m<sup>3</sup>. Nello stesso periodo furono censite le estrazioni a servizio di grandi opere pubbliche e nel settore idropotabile per valori di emungimenti pari al 15-20% del settore agricolo. Nel 1970 la Conferenza Nazionale sulle Acque presentò un numero di pozzi stimato in circa 54.000 ma con dati insufficienti o incompleti.

## La "risalita" del cuneo salino

Nelle falde dolci costiere, adagate non su superfici fisse ma sulla massa d'acqua marina che mai come oggi e nei prossimi decenni invaderà le fasce costiere per lo scioglimento progressivo dei ghiacciai, il risultato dell'eccessivo emungimento ha impoverimento la riserva acquifera dei nostri litorali. L'attingimento attraverso pozzi porta oggi in superficie acque eccessivamente salmastre, e molti pozzi sono stati abbandonati.

Il primo clamoroso caso di intrusione di acqua salmastra nelle falde costiere dolci provocò l'abbandono delle grandi opere acquedottistiche che alimentavano una grande città come Miami, in Florida. Ebbe l'effetto di un SOS dando il via ai primi studi sul cuneo salino. Anche in Italia, a metà del secolo scorso, i pozzi ad uso industriale in provincia di Brindisi furono abbandonati per il costante e progressivo aumento della salinità, nonostante fossero ubicati a parecchi chilometri dalla costa e costruiti con tecniche allora ritenute le più avanzate nell'attingimento di acque dolci da falde galleggianti su acqua marina. Un altro caso clamoroso italiano è stato quello del pozzo di Aquaro, dell'Acquedotto Pugliese, le cui acque divennero sempre più saline fino a far prevedere la loro sostituzione con un impianto di dissalazione. E in altre aree costiere della Puglia l'eccessiva densità di pozzi e la richiesta di sempre nuove concessioni di

emungimenti da falda da imprese agricole e industriali e per usi potabili aumentarono il rischio salinità. Oggi tutte le analisi e le proiezioni indicano il continuo depauperamento delle falde costiere, e per questo serve stabilire i volumi ottimali degli attingimenti e del rinnovamento delle falde attraverso bilanci idrologici rigorosi su diverse scale territoriali e sul piano tecnico-scientifico. Servono tecnologie, sensoristica, pozzi spia nell'acqua di mare con salinometri di profondità per calcolare gli spostamenti acqua di mare-acqua di falda e l'evoluzione del cuneo saline e della subsidenza dei terreni.

Tra i controlli da rafforzare rientrano anche quelli per la protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento, preoccupante specie per le falde più superficiali. In queste, infatti, si sversano direttamente o tramite i corsi d'acqua superficiali, scarichi urbani e industriali non trattati o maltrattati con sostanze contaminanti provenienti da cicli industriali, agricoli, urbani.

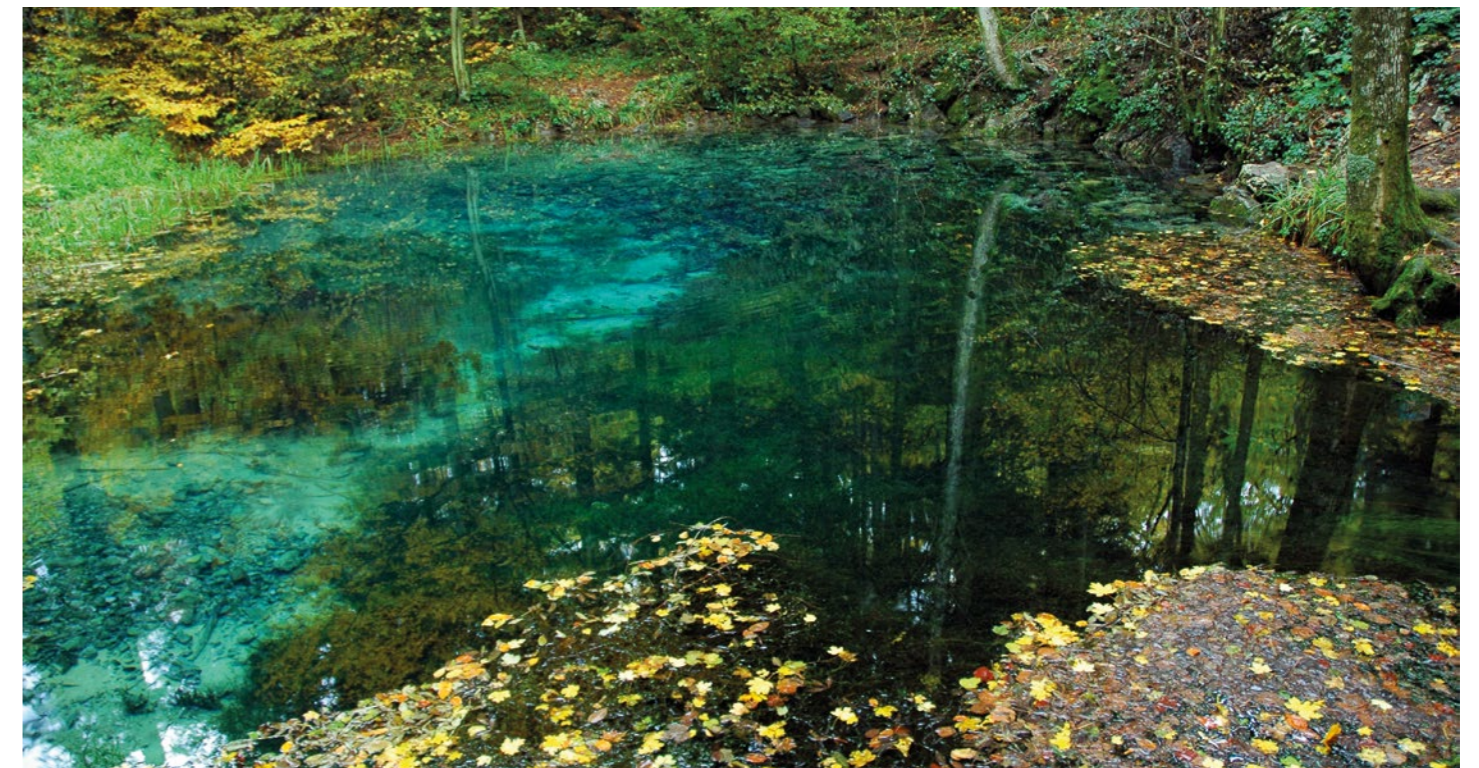
## Perché ricaricare le falde

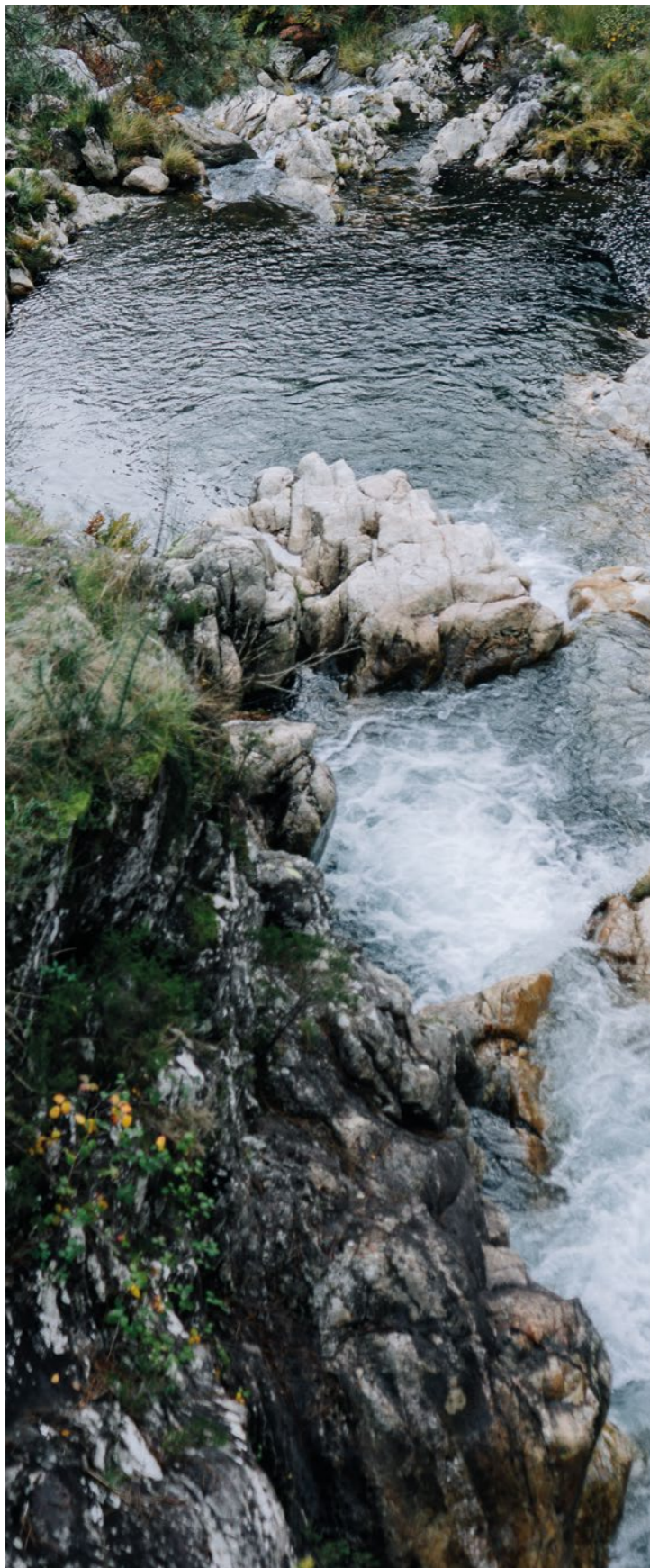
L'alimentazione artificiale delle falde mediante l'immissione di acque superficiali nel sottosuolo è attuata da quasi un secolo, e potenzia le risorse sotterranee. Il procedimento, in sostanza, utilizza l'acquifero come una capacità d'invaso, nel quale si immagazzinano acque meteoriche ruscellanti in superficie o acque di

morbida o di piena di corsi d'acqua. L'immissione in falda è vantaggiosa sul piano tecnico ed economico, per diverse ragioni. La prima è perché l'acqua immessa nel sottosuolo acquista in breve la temperatura propria della falda, cosicché l'acqua che viene estratta ha una temperatura pressoché costante durante l'anno e questo è un pregio per l'uso idropotabile e per la maggior parte degli altri usi. La seconda è per l'azione filtrante dell'acquifero che attraverso processi chimici, fisici e batteriologici elimina in breve tempo il carico organico dell'acqua immessa. La terza è per l'inesistente perdita per evaporazione poiché dalle falde sono quasi inesistenti rispetto alle acque superficiali. La quarta, perché la grande estensione delle falde consente di prelevare l'acqua in prossimità dei punti d'impiego, riducendo i costi delle infrastrutture di adduzione.

Gli impianti di ricarica o ravvenamento si distinguono in superficiali e profondi, a seconda dell'immissione dell'acqua dalla superficie del suolo oppure in profondità attraverso pozzi di disperdimento. Vi sono diversi tipi di impianti superficiali:

- › quelli che utilizzano come superfici disperdenti i letti di corsi d'acqua naturali regolandone le portate mediante serbatoi, o aumentandole allacciando altri sistemi di fornitura di acqua;
- › i bacini di disperdimento, profondi massimo 2 m, realizzati circoscrivendo con basse arginature zone pianeggianti e permeabili di terreno;





- › le reti di canali e fossati, che si adattano bene ai terreni ondulati o con pendenze eccessive;
- › la sommersione del terreno che fa defluire sulla superficie del suolo un sottile velo d'acqua, alimentato da un canale, ma presenta difficoltà di regolazione del flusso idrico e sottrae alle coltivazioni vaste superfici pregiate.

Tutti questi metodi si possono applicare solo su terreni permeabili. In caso di strati impermeabili di pochi metri di spessore, funziona la tecnica delle fosse di disperdimento, ricavate sotto la copertura impermeabile. Nei casi in cui l'acquifero sia ricoperto da strati impermeabili di forte spessore, non resta che ricorrere agli impianti profondi con pozzi perdenti, utilizzati in passato per rifornire alcuni casi di falde superficiali depauperate in zone densamente urbanizzate, nelle quali sarebbe stato impossibile o troppo costoso realizzare impianti superficiali.

Sono soluzioni adottate ovunque nel mondo, in California con la sommersione attraverso impianti d'immissione da letti di corsi d'acqua o reti di canali e fossati; nei Paesi Bassi con il ravvenamento delle falde nelle dune costiere che alimentano gli acquedotti delle maggiori città olandesi; in Svezia e in Germania con impianti con fosse di disperdimento nelle vallate del Reno e della Ruhr, scavate anche nei calcari per rialimentare la falda utilizzata per l'acquedotto di Tangeri. In Italia, se si escludono i pozzi perdenti di Milano per reimmettere in falda l'acqua prelevata dagli impianti di condizionamento, l'unico impianto funzionante sul piano operativo è stato quello a fosse di disperdimento realizzato con ottimi risultati dal 1912 all'Anconella di Firenze, sull'Arno, oggi uno dei più grandi ed efficienti acquedotti fluviali.

La difficoltà principale nel ravvenamento deriva dalla impossibilità di prevedere con sufficiente attendibilità la capacità di assorbimento del terreno, cioè la portata in grado di ricevere. Gravi problemi si devono poi fronteggiare in tutti i tipi di impianti poiché la capacità di assorbimento tende sempre a diminuire nel tempo, perché le interazioni tra l'acqua immessa, la tipologia del terreno e l'acqua di falda provocano il progressivo intasamento dell'acquifero. Vi sono trattamenti del terreno eseguiti periodicamente ad esempio con posa di strati di sabbia o ghiaia.

La ricostruzione naturale del ciclo di accumulo e quindi di prelievo, evidenzia modalità e tempi di utilizzo e di ricarica specifici nelle diverse realtà territoriali. Ma esistono azioni che talvolta condizionano il normale ciclo naturale di ricostituzione della risorsa sotterranea e che rischiano di ridurre il contributo di tale risorsa alla gestione generale del bilancio idrologico

di un sistema territoriale. L'elemento critico di maggior rilievo è nelle modalità di prelievo dell'acqua sotterranea in maniera concentrata in particolari localizzazioni ed in particolare nei territori costieri eccessivamente vicini al mare. Gli scompensi che si vengono a creare con un prelievo eccessivo e concentrato creano spazi all'ingresso di acqua del mare nelle falde e comportano l'inclusione del cuneo salino nelle riserve di acqua dolce. È un fenomeno che riguarda tante nostre realtà costiere e che rischia di mettere in difficoltà anche i prelievi prioritari ad uso civile.

Ci sono poi altri elementi che possono interrompere o ridimensionare il normale ciclo di ricostruzione della falda. Ad esempio la sostituzione dei tradizionali sistemi di irrigazione a scorrimento e sommersione con sistemi di irrigazione a pioggia, la distribuzione dell'acqua attraverso condotte e canali artificiali impermeabilizzati che, se ha permesso un risparmio di acqua provoca la riduzione di una importante fonte di ricarica della falda.

Si afferma sempre più una modalità di gestione attiva delle falde per "aiutare" dall'esterno il naturale processo di ricarica, che tende all'aumento dei volumi di accumulazione di risorsa nelle stagioni wet che possono essere poi prelevati nella stagione dry per usi necessari. È una delle alternative, ma sarebbe meglio definirla integrazione, alla modalità di accumulazione attraverso dighe e invasi, individuando vantaggi sia nei più bassi costi di investimento e gestione, sia nella maggior capacità di essere sostanzialmente "immune" ai periodi di innalzamento delle temperature e ai processi di evapotraspirazione a cui sono sottoposti gli accumuli superficiali. Ma è anche evidente l'arma in più dell'invaso che, oltre alla funzione-obiettivo di garantire disponibilità di risorsa, copre funzioni multiple fra cui la laminazione delle piene, la produzione idroelettrica e funzioni ricreative-sportive. Insomma, sarebbe un errore non considerare i due sistemi come integrati e integrabili, e non vanno messi in contrapposizione.

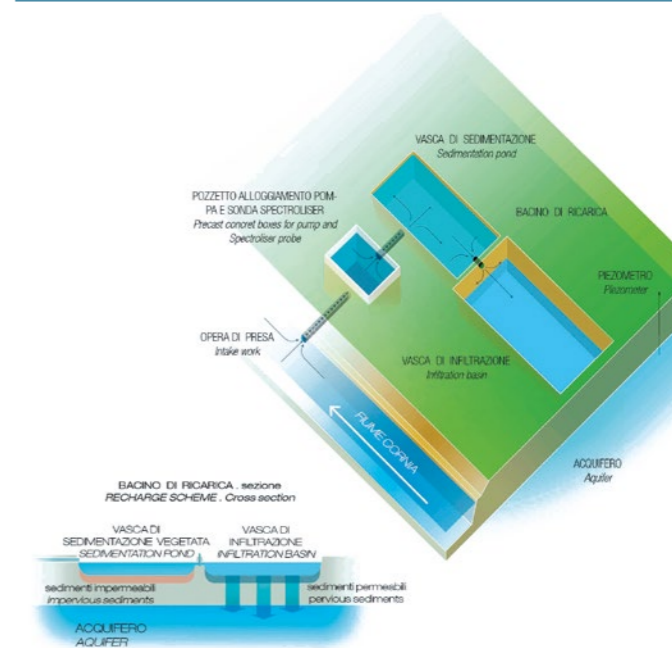
La ricarica controllata delle falde non può diventare oggi e in futuro un sistema diffuso, aperto ad ulteriori innovazioni e specifiche tecniche che andranno sperimentate e approfondite e che può contribuire in maniera significativa al raggiungimento degli obiettivi di quantità e di qualità di risorsa. Ciò richiede processi di monitoraggio in continuo per valutare la qualità dei flussi "artificialmente immessi" in falda, e solo così anche la eventuale e possibile infiltrazione di acqua reflua depurata può essere presa in considerazione.

Come avviene la ricarica profonda? Può essere ottenuta mediante l'attraversamento degli strati poco permeabili del sottosuolo, o attraverso opportune opere verticali (pozzi di infiltrazione) di profondità tali da raggiungere l'acquifero-bersaglio.

Viceversa, la ricarica superficiale, finalizzata ad esempio alla rivitalizzazione delle risorgive o al ravvenamento di acquiferi meno profondi, può essere effettuata senza attraversare strati impermeabili del sottosuolo, previa verifica della correlazione idrogeologica tra il sito di ricarica e la zona attesa di risorgiva. In ogni caso, la tutela delle risorse idriche sotterranee è strettamente connessa alla qualità delle acque che possono essere infiltrate, e che devono presentare uno stato chimico-fisico e microbiologico tale da non determinare impatti indesiderati sulle falde.

La modalità della ricarica è la più economica tra le tecnologie per fornire acqua, con costi di messa in opera in un range tra lo 0,5 e 1 euro/m<sup>3</sup> per acqua accumulata. Si potrebbe prevedere, nel medio lungo periodo, almeno 1 miliardo di m<sup>3</sup> di risorsa aggiuntiva immessa nel nostro sottosuolo idrico, con un costo intorno ai 750 milioni. In figura a sinistra l'effetto ricarica in una falda acquifera di un'area costiera a Koksijde, Belgio, inquinata dall'infiltrazione di cuneo salino. L'acqua salmastra è stata eliminata e successivamente è stata introdotta acqua trattata da un bacino idrico riducendo la salinità fino a livello di utilizzo; a destra l'impianto di ricarica della falda a Suvereto, in Toscana, dal vecchio paleo-alveo del fiume Cornia, in condizioni controllate che incrementa la ricarica naturale di un sistema idrico sotterraneo.

#### RICARICA ARTIFICIALE CONTROLLATA DELLA FALDA ACQUIFERA



Fonte: schema Comune di Suvereto, fiume Cornia





## Perché è urgente il censimento dell'acqua di falda

Per un razionale Piano nazionale di utilizzo di acqua di falda è essenziale una miglior conoscenza delle caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero e della falda con dati aggiornati per ogni falda su volume della riserva, volume annuo medio di rialimentazione e tasso di rinnovamento, permeabilità, velocità di filtrazione. Sono spesso grandezze ancora oggi ignote. E servirebbe un censimento aggiornato e aggiornabile dei pozzi (le competenze un tempo erano affidate alle Province, e oggi sono disperse e i monitoraggi quasi del tutto scomparsi) per tutte le utilizzazioni in atto poiché è innegabile che si continua comunque a perforare e ad attingerne acqua per fabbisogni anche contingenti, senza preoccuparsi dei riflessi sui corpi idrici.

Indagini più accurate andrebbero svolte nelle nostre aree di falda come l'Agro Romano e il Tavoliere di Puglia, la falda subalvea del fiume Roja in Liguria e la pianura di Prato che manifesta anormali abbassamenti o rialzi dei livelli in conseguenza dell'intensissimo emungimento industriale dovuti a crisi e

riprese industriali, nell'Agro Pontino e nel Gargano, sulle falde subalvee della Calabria, in aree della Sicilia come Villafranca Tirrena e Milazzo, lungo la pianura veneta e padana, sulle vallate alpine in Val d'Aosta e Valtellina, sul Carso, in Campania sui monti calcarei del Salernitano e del Matese, sul massiccio vulcanico di Roccamonfina, in Puglia dove l'emungimento deve evitare l'inquinamento da salinità dell'acqua marina, lungo la costa calabro-lucana dove importanti risorse sono nella Piana di Sibari, in Sicilia nei calcari del Ragusano e nei monti Sicani e nel bacino dell'Alcantara, in Sardegna lungo le formazioni permeabili delle pianure alluvionali dei Campidani di Cagliari e di Oristano e nei calcari della Nurra.

L'Italia ha la necessità di eseguire ricerche complete che portino a valutazioni certe dei volumi delle falde con il controllo delle utilizzazioni, lo studio delle interconnessioni tra acque superficiali e sotterranee. È indispensabile questo quadro per poter programmare razionalmente attingimenti, evitando l'esaurimento o il deterioramento delle risorse. Perché non solo Italia ma su scala mondiale, ovunque si proceda a controlli minimamente accurati sull'utilizzazione di falde acquifere, si certifica

l'abbassamento progressivo dei livelli piezometrici della falda dovuto, anche negli altri Paesi, alla mancanza di monitoraggi accurati e di regole certe con limiti agli emungimenti in relazione alle potenzialità di ricarica delle falde.

L'industrializzazione ha fatto aumentare molto il ritmo degli scavi e dei prelievi, creando problemi alle falde di diversi territori come nella zona Siracusa-Priolo, nell'agro di Brindisi, nel centro-nord con l'abbassamento progressivo delle falde nel milanese, in Brianza, nel varesotto, con depauperamento delle riserve nel bacino del Po per numerosi casi di emungimenti, nella pianura veneta occupata da pozzi artesiani in oltre 2.700 km<sup>2</sup> nelle provincie di Vicenza, Padova, Venezia e Treviso con la progressiva diminuzione dei livelli statici nei pozzi e l'insorgenza di effetti come la risalita della salinità dall'acqua marina e l'abbassamento del suolo con la subsidenza nell'alto Adriatico nell'area costiera di Venezia, Ravenna e il progressivo sprofondamento del Polesine che il 14 novembre del 1951 fece il giro del mondo colpita dalla più devastante piena del Po, che i romani conoscevano come Pullum cioè terreno molle, baciato dalla fertilità ma molto condizionato dalle piene e dalle subsidenze dovute non

solo ai numerosi pozzi d'acqua ma anche all'escavazione del metano dai numerosissimi pozzi in esercizio nella zona, che si arrestò solo quando fu imposta la chiusura dei pompaggi dai circa 500 pozzi dai quali venivano estratti 290 milioni di metri cubi di gas metano emulsionato con acqua salata che veniva riversata in canali e fiumi, una massa imponente di acqua anche fossile, concausa di cedimenti del soprassuolo abbassato fino a due metri nel 1958 quando il Governo decise «limitazioni e divieti, temporanei e permanenti, delle estrazioni del gas metano nel territorio del Delta» alle prime 26 centrali metanifere, poi alle altre 43 quando verificarono il rallentamento della velocità di affondamento nella prima zona sperimentale dopo la sospensione decisa nel gennaio 1961 dal Governo Fanfani con il Ministro dei Lavori pubblici Benigno Zaccagnini. La Croazia, che trivella di fronte alle nostre coste, ha una tipologia di costa rocciosa mentre la nostra è sabbiosa. Fatto sta che ancora oggi è un'area sotto di circa 4 metri e il Consorzio di Bonifica "solleva" 400 milioni di metri cubi d'acqua l'anno: 150 di pioggia, 250 di infiltrazioni marine per tenerla all'asciutto.



# 4.

## Dighe e invasi per immagazzinare più acqua

### La prima infrastruttura: invasi e sistemi di invasi

Da sempre la prima, istintiva e più immediata soluzione per approvvigionarsi d'acqua e poterne disporre per vari usi è stata quella di trattenerla nei periodi di pioggia con scavi di buche nel terreno e ammassando terra ai bordi per contenerla nelle prime e molto inadeguate cisterne, poi con traverse e quindi con sempre più perfezionate opere di sbarramento di corsi d'acqua per ricavare primordiali serbatoi a cielo aperto, e costruendo canalizzazioni per deviare risorsa verso i villaggi e i campi.

Senza l'immagazzinamento delle acque, in moltissimi territori non sarebbe stata e non sarebbe nemmeno oggi possibile la vita umana, garantendo l'alimentazione idrica, l'irrigazione, la produzione di energia idroelettrica in modo programmato e continuativo.

Accanto a sorgenti e pozzi, a laghi e corsi d'acqua, piccoli, medi e grandi invasi nel mondo riescono a soddisfare i fabbisogni collettivi, e senza tali infrastrutture idriche primarie, l'erogazione di acqua sarebbe fortemente condizionata dalla ciclicità delle precipitazioni e dalle portate fluviali, e la nostra salute e il nostro benessere, la gran parte delle nostre economie dipenderebbero dal regime idrologico, soggette a permanenti o a lunghi periodi di crisi per siccità e dall'altra faccia della medaglia rappresentata dalle inondazioni molto mitigate oggi dalla funzione di laminazione delle dighe.

Fin dall'antichità, i primi agglomerati e poi le città sempre più organizzate hanno gestito la risorsa idrica creando invasi e sistemi di invasi per l'irrigazione dei campi e per l'alimentazione

idrica in modo programmato. Lo sbarramento con deviazioni di parte dei corsi d'acqua è stata la tecnica primordiale adottata dalle prime civiltà come i Babilonesi e gli Assiri, gli Egiziani e i Persiani, i Cinesi e gli Indiani Anasazi dell'America del Nord, gli Aborigeni dell'Australia e i Sabei nello Yemen, i Nabatei nel deserto del Negev e poi i Greci, gli Etruschi, i Romani, i Bizantini, gli Arabi, i Mongoli, e ancora oggi tante loro dighe costruite in tempi lontani sono tecnicamente ammodernate e funzionanti.

### 10.000 a.C.: i primi sbarramenti

Nelle terre d'Oriente, culla della civiltà idraulica dell'Umanità, già diecimila anni prima di Cristo, con la sola forza di centinaia di migliaia di braccia e con strumenti di lavoro rudimentali, ricavarono sbarramenti sui corsi di torrenti e fiumi recuperando acqua in invasi che, attraverso canali lunghissimi di drenaggio e di irrigazione sempre più ridotti di diametro, veniva condotta a caduta e con leggere pendenze nei villaggi e nei campi coltivati della prima agricoltura, e poi nelle prime città. Erano opere che permettevano a popolazioni un tempo erranti e nomadi, di stanziarsi potendo disporre dell'acqua in misura costante e adeguata ai bisogni, facendola arrivare sui campi della prima agricoltura nei modi e nei tempi utili alla semina. Fu la prima gestione dell'acqua attraverso invasi che permise, infatti, alle prime popolazioni l'agricoltura irrigua e l'allevamento e l'addomesticamento di animali, utilizzati anche come forza motrice per il sollevamento dell'acqua con lo Shaduff e la Noria da cisterne, canali, pozzi e fiumi. I numerosi siti archeologici

mostrano tecniche idrauliche sviluppate già nel Neolitico superiore, più o meno intorno ai dodicimila anni fa tra Gerico, lungo le coste settentrionali del Mar Morto, a Catal Hüyük nella Turchia meridionale, a Jarmo nel Kurdistan iracheno. Come accadeva in alcune zone della Cina e dell'India, riuscivano ad avere acqua anche in abbondanza grazie a sorprendenti deviazioni fluviali e a opere idriche. La riduzione in schiavitù dei nemici sconfitti in guerra e il bassissimo o inesistente costo della mano d'opera, consentì la costruzione di lunghi canali di drenaggio e irrigazione, sbarramenti e trasformazione di vallate in serbatoi idrici naturali.

Padroni delle conoscenze sul prelievo e la conduzione dell'acqua erano soprattutto i popoli insediati in una zona non lontana dal mare e racchiusa tra due grandi fiumi gemelli e quasi paralleli che si svuotano nel Golfo Persico e distano tra loro anche centinaia di chilometri: il Tigri e l'Eufrate. La loro epopea iniziò ottomila anni prima della nascita di Cristo, quando le prime avanguardie giunsero nella fertile pianura alluvionale

indicata come Terra fra i due fiumi, il significato greco della parola Mesopotamia. Qui, a partire dal 5000 a.C., si svilupparono grandi civiltà: nella valle inferiore le tribù provenienti dalle regioni costiere fondarono Babilonia, la Mesopotamia meridionale divenne la terra dei Sumeri e nel Nord-est si stabilirono gli Assiri.

I sumeri realizzarono fitte reti di canali estese per migliaia di chilometri. Il solo canale di Assur, il loro porto strategico, faceva defluire l'acqua dall'Eufrate da una distanza di oltre 400 chilometri e, grazie a una serie di sbarramenti, riuscivano a farla arrivare anche nei territori più aridi. Ha dell'incredibile lo scavo dei tre canali principali che collegavano Tigri ed Eufrate, utilizzati anche come via fluviale. Così come la costruzione di primordiali grandi dighe con sistemi che convogliavano l'acqua nei canali irrigui segnando anche i confini di terreni e città, definendo i perimetri di sconfitti e vincitori dopo sanguinose guerre. Un esempio è il canale scavato nel 2600 a.C. per dividere le terre delle città di Lagash e Umma.



Diga di Marib - Yemen

## La leggendaria diga della Regina di Saba

Altre realizzazioni con sbarramenti e invasi le ritroviamo nelle aree ai margini dei deserti. Erano strutture idriche fondamentali per intercettare e immagazzinare le acque di piogge violentissime e molto concentrate nel tempo, pochi giorni dell'anno, che dilagavano negli alvei nei canyon in quei canali che nel Sahara sono conosciuti come wadi e restano a secco per gran parte dell'anno. Per farsi un'idea, intorno al 750-700 a.C. un imponente sbarramento dello Wadi Adhanah che scende dalle montagne dello Yemen fu costruito a monte dell'antica capitale del Regno di Saba, Marib. Il manufatto iniziale era di terra e lungo 580 metri e alto 4 metri, innalzato a 7 metri intorno al 500 a.C., e poi sempre rafforzato, migliorando e sviluppando le canalizzazioni per l'irrigazione. È una delle dighe più colossali per dimensioni e stupefacente per la tecnica che ha dissetato e permesso la vita nell'assoluta e desertica zona di Marib, l'antica capitale del regno di Saba, oggi il sito archeologico più importante dello Yemen. Qui gli antichi Sabatei misero al lavoro migliaia di schiavi e operai per costruire la grande muraglia per raccogliere l'acqua delle piogge. La diga eretta in una gola di montagna moltiplicò la potenza della città della leggendaria Regina di Saba. La prosperità di Marib è descritta anche nella Bibbia, con Abramo colpito dai giardini della città definiti "degni d'essere portati nel Regno dei Cieli". Lo storico arabo al-Masudi, nel X secolo d.C., descrisse un'oasi talmente vasta che "un viaggiatore avrebbe bisogno di un mese intero per attraversarla tutta a cavallo". Molti sono i racconti e sicuramente anche le leggende su quell'isola verde nel deserto irrigata dalla grande diga che doveva essere rigogliosa e ricca di colture e stupiva chi la raggiungeva dopo aver attraversato il deserto arabo. La diga di Marib garantiva risorsa idrica grazie alle due monumentali chiuse con opere di regolazione che si aprivano per rilasciare gradualmente le acque per l'alimentazione di due lunghe reti irrigue, a sud dell'antica città romana di Leptis Magna e serviva anche per mitigare le rare ma violentissime alluvioni. Oggi restano solo le rovine delle chiuse e parti delle costruzioni in muratura. Il corpo centrale dello sbarramento non esiste più. Era stato costruito in terra e, secondo gli storici, crollò definitivamente nel VI secolo d.C. Il lago si svuotò completamente, i sistemi di irrigazione non furono più riforniti e la popolazione abbandonò la regione e l'area ritornò lentamente a deserto. Solo la costruzione nel 1986 di una nuova diga 3 km a monte di quella antichissima, consente l'irrigazione in pieno deserto.



## Le dighe d'Egitto per irrigare deserti

Da seimila anni prima della nascita di Cristo gli egiziani, possessori di un'impressionante cultura della gestione dell'acqua, conoscitori delle tecniche d'irrigazione allora più avanzate e costruttori di opere idrauliche di dimensioni anche gigantesche, devono la loro civiltà all'immenso Nilo e alle sapienti gestioni con invasi delle sue grandi inondazioni.

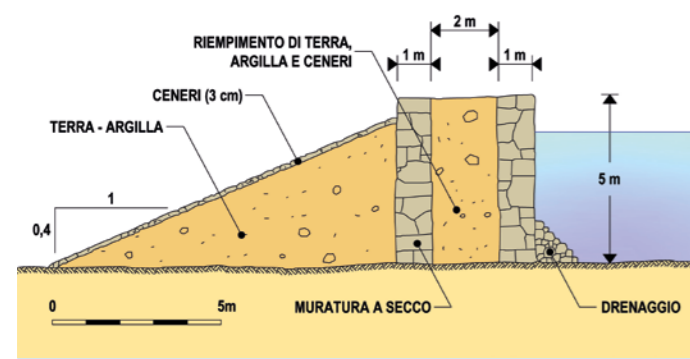
Il fiume, con regolarità, ogni anno per dieci settimane dilagava nei loro vasti territori desertici per poi rientrare nell'alveo tradizionale ma lasciando sui terreni quello spesso strato di limo che li fertilizzava. Questo evento fu utilizzato per trasformare gran parte del Paese in un unico enorme impianto agricolo.

Lo storico greco Erodoto definì non a caso l'Egitto un «dono del Nilo» che permetteva agricoltura intensiva, caccia e pesca. E gli egiziani impararono a sfruttare al massimo le dilaganti piene con opere idrauliche per fronteggiare situazioni di emergenza siccità ed emergenza alimentare. Le acque di piena venivano conservate e incanalate con opere straordinarie e dalla manutenzione dei sistemi di sbarramento e invaso e di canalizzazioni e dipendeva la sopravvivenza del popolo. Spettava agli agrimensori stabilire dove realizzare sistemi di bacini artificiali, la loro dimensione e i fossati di conduzione delle acque, disegnando i tracciati sul terreno, delimitandoli con paletti collegati da corde e altri strumenti dell'epoca: fili a piombo, squadre, corde, piani inclinati, rampe, rulli, slitte, leve, arnesi in pietra, rame e bronzo. Con errori minimi realizzarono sistemi semplici per irrigare e rendere fertili terreni anche distanti dall'area raggiunta dalle

piene grazie alla creazione di bacini artificiali lunghi circa 2 chilometri per lato per immagazzinare le acque del Nilo. Ai loro bordi, grazie al lavoro di migliaia di operai e schiavi, venivano sollevati argini quadrati di terra. Quando la piena innalzava le acque del fiume di circa 6 metri oltre il livello naturale e colmava il bacino, le chiuse bloccavano la loro fuoriuscita e così il limo poteva depositarsi in gran quantità sul fondo. Dopo circa un mese, l'acqua veniva fatta defluire in bacini più piccoli per poi essere utilizzata da una efficiente rete di canali che raggiungeva anche i campi più distanti, dove le acque di piena non sarebbero mai arrivate.

I sovrani della Prima Dinastia, intorno al 4000 a.C., fecero realizzare anche un'opera ardua, una grande diga in muratura sul Nilo nell'antica capitale di Memphis, a circa 22 chilometri a sud dell'attuale Cairo. Portava acqua nei vasti terreni sabbiosi resi fertili. Ma una delle più lunghe infrastrutture idriche della storia, qualcosa come 334 chilometri, è il Bahr Yusuf, il Canale di Giuseppe, fatto costruire da Giuseppe, il Gran Visir del Faraone, per accumulare imponenti volumi di acqua nel preistorico lago Maeris durante le piene. Dal tempo di Ramses II, XIV secolo a.C., furono sviluppate reti idriche e un nuovo canale dall'attuale Cairo a Suez completò la navigazione sul percorso che oggi segue il Canale di Suez tra Mediterraneo e Mar Rosso. Tra le più antiche dighe di cui restano tracce ci sono quelle costruite in Giordania intorno al 3000 a.C. al servizio della città di Jawa, con una traversa di deviazione che alimentava ben 5 serbatoi, il più grande dei quali aveva una sbarramento di tenuta alto circa 5 metri e lungo 80 metri fatto di muri a secco con interposta terra mista a pietrame sciolto, sostenuto a valle da un rilevato che invasava 20.000 m<sup>3</sup> di acqua.

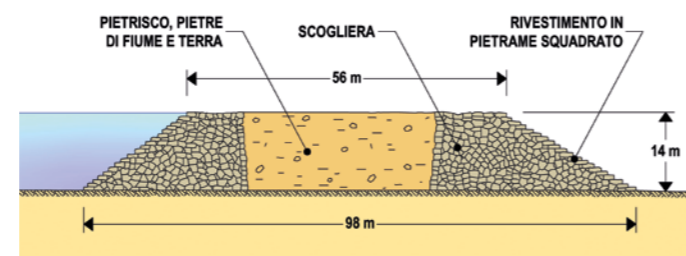
### STRUTTURA DELLA MAGGIORE DELLE DIGHE DI JAWA



Fonte: Ministero delle Infrastrutture e Trasporti

La prima grande diga della storia è quella egiziana di Sadd el-Kafara, la "Diga dei Pagani" presso Helwan a 30 chilometri a sud del Cairo, tra il 2700 e il 2600 a.C., con uno sbarramento sul Wadi el-Garawi. Formava nei periodi di pioggia un bacino di 570.000 m<sup>3</sup> con una lunghezza al coronamento di 107 metri, con altezza di 14 metri, spessore di 98 metri alla base e 56 metri alla sommità. Il corpo del rilevato era formato da un nucleo di pietrisco, pietre di fiume e terra di 32 metri alla base e 34 in sommità, contenuto a monte e a valle da due spesse scogliere di massi. Era rivestito di pietre squadrate disposte a gradini alti 30 centimetri a protezione di violenti moto ondosi a monte, visto che non c'erano leganti. I materiali sciolti senza sfioratori e senza leganti, avevano vita breve, ma l'opera funzionò a lungo e del resto progettavano e costruivano su basi empiriche, applicando tecniche e conoscenze tramandate e continuamente aggiornate con calcoli di dimensionamento e spinta dell'acqua.

### STRUTTURA DELLA DIGA DI SADD EL-KAFARA



Fonte: Ministero delle Infrastrutture e Trasporti

## Invasi in Italia dal neolitico ai romani

Il Neolitico italiano portò con sé anche saperi e conoscenze dei popoli più antichi. Come migranti o conquistatori giungevano in Italia a piccolissimi gruppi o con avanguardie di eserciti da regioni lontanissime e dopo viaggi inimmaginabili iniziati dall'Africa, dal Medio Oriente e dalle aree della Mesopotamia, dall'Asia Minore, dalle isole della Grecia. Erano gruppi sconfitti in guerre locali, schiavi in fuga, ciò che restava di antichi popoli cacciati da nuovi conquistatori, popolazioni locali costrette ad emigrare dopo catastrofi, ma quel che conta è che trovarono la loro seconda patria che diventò presto la prima, e diedero più stabilità e certezze agli indigeni. Il loro sapere idrico si diffuse con la tipologia di cisterne per conservare l'acqua, con pratiche di immagazzinamento e raccolta dell'acqua che nello sviluppo successivo si concretizzarono con sempre nuove

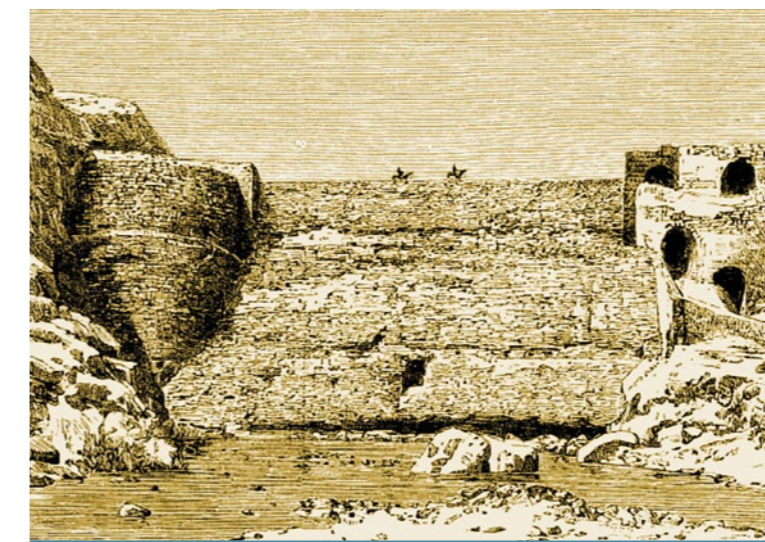
## STRUTTURE DELLE DIGHE DI PROSERPINA, CORNALVO E ALCANTARILLA



Fonte: Ministero delle Infrastrutture e Trasporti

scoperte e soprattutto con l'epopea degli Etruschi e poi dei Romani che nel campo della gestione dell'acqua con acquedotti e dighe meravigliarono il mondo conosciuto, impegnarono i migliori progettisti e costruttori.

Un esempio di dighe romane anche oltre la Penisola sono le tre dighe di Alcantarilla, Proserpina e Cornalvo, fatte costruire tra il I e il II secolo d.C. nella Spagna centro-occidentale dall'imperatore Traiano tra il 98 e il 117 d.C., che era di origine iberica. Alcantarilla garantiva acqua alla città di Toledo, le altre due alla città di Mérida, realizzate. Erano strutture in muratura e calcestruzzo, sostenute sul lato a valle da un rilevato in terra, ma con alcune differenze. La diga di Alcantarilla, con serbatoio di 3,5 Mm<sup>3</sup>, aveva a monte due pareti parallele di pietrame grezzo non squadrate, ciascuna spessa circa un metro, separate da uno spazio 0,6 metri riempito con calcestruzzo, e blocchi di pietra lavorata proteggevano il paramento di monte. Nella diga di Proserpina con capienza di 6 Mm<sup>3</sup>, la parte muraria era costituita da un nucleo di calcestruzzo compreso tra due pareti in muratura sorrette sul lato esterno da contrafforti in muratura. Lo spessore del muro era di 3,75 metri al coronamento e di 5 metri alla base.



La diga di Saveh

Nella diga di Cornalvo, capienza di 10 Mm<sup>3</sup> di acqua, la parte a monte aveva pareti in muratura che formavano celle interconnesse riempite di calcestruzzo ciclopico contenente cioè massi di grandi dimensioni e argilla. La superficie contr'acqua era rivestita in muratura a protezione del moto ondoso, sostituita poi solo nel restauro del 1936.

Se le altre due sono tuttora in servizio, la diga di Alcantarilla venne distrutta dal collasso della parte centrale per una lunghezza di circa 200 metri. Il crollo permise di correggere gli errori e le dighe successive, come anche Proserpina, furono rafforzate a monte con contrafforti in muratura, con fondazioni e strutture in elevazione rese più sicure.

Diversi manufatti sono stati distrutti da errori clamorosi. La diga di Saveh, illustrata qui sotto, costruita dai Mongoli intorno al 1280 nell'attuale Iran, sul fiume Gharatschai, a 160 km a sud di Teheran, era alta 25 m, lunga 65 m, spessore alla base di 35 m, con spessore in sommità di 18 m, fu fondata su terreni alluvionali e al primo invaso fu dilavata rendendo lo sbarramento inutilizzabile.

## Tipologie di dighe dell'anno mille

Intorno al fatidico anno Mille, esattamente nel 960, il califfo Adud al-Dawla, che regnava in una Baghdad popolata da un milione e mezzo di abitanti, fece progettare e costruire la grande diga, un sistema di sei invasi, tra Shiraz (Iran e Istakhr) che permise di portare acqua per usi civili ed agricoli anche a circa 300 villaggi del Fars e divenne nota come Band-i Amir, la diga dell'Emiro. L'acqua arrivava con interminabili condotte da sei laghi artificiali collocati tra 2971 e 2887 metri sul livello del mare, separati da dighe naturali costituite da rocce carbonatiche, circondati da alte pareti rocciose di circa 300 metri formate da altopiani scavati dalla Valle Band-e Amir: i due invasi più grandi, Haibat e Zulfiqar, coprono rispettivamente 490 e 90 ettari. Il Panir è il più piccolo e misura solo un ettaro, la profondità media è di circa 80 metri.



Band-e Amir National Park - Afghanistan

Furono estese anche le antichissime reti sumere che partivano dal Tigri e dall'Eufrate. Venne ristrutturato lo storico Canale di Assur, e per portare acqua dal Tigri nella nuova Bassora migliaia di uomini furono impegnati o costretti a scavare per anni altri due grandi canali. Il livello di conoscenze raggiunto nell'idraulica, in topografia, matematica e geometria, rendeva ormai possibili infrastrutture impensabili.

In Spagna tuttora sono funzionanti molti sbarramenti fluviali costruiti intorno al X secolo, così come le numerose Azud, le piccole dighe sul fiume Turia che convogliano acqua nei canali destinati all'irrigazione dotate di chiuse d'ingresso, di scaricatori di piena e dissabbiatori.

Per le tipologie di dighe di ritenuta migliorarono le valutazioni strutturali, le considerazioni di dati ambientali e delle caratteristiche geologiche dei terreni e delle acque che imponevano risposte progettuali le più diverse, orientando le progettazioni. La tecnologia delle dighe ha così selezionato nel tempo due fondamentali categorie: dighe in materiali sciolti (terra, pietrame o entrambi) e dighe murarie (in muratura di pietrame e poi in calcestruzzo). Per le dighe murarie si distinguono le dighe a gravità e le dighe ad arco. Ma vi sono esempi, antichi e moderni, di dighe miste con parti in materiali sciolti e parti murarie, come quelle francesi di ST. Ferréol con capacità 6,3 Mm<sup>3</sup> e di Couzon da 1,5 Mm<sup>3</sup>, il sistema di sbarramenti e invasi che alimentano il Canal du Midi, la prima ultimata nel 1675 e la seconda nel 1812.



Diga di Ternavasso - Poirino (Torino)

## Le dighe del seicento italiano

In Italia, tra le dighe in muratura e materiali sciolti, troviamo la monumentale diga di Ternavasso a Poirino (Torino), alta 7 metri e lunga 330 metri con un volume di invaso di 250.000 m<sup>3</sup>, realizzata all'inizio del 1600 a scopi irrigui, con il suo lago artificiale ottenuto sbarrando con un alto muraglione rinforzato da una scarpata in terra l'area valliva dove confluiscono vari rii. Il muraglione, sostenuto a monte da contrafforti e con un rilevato in terra che sostiene la spinta dell'acqua invasata, è alto circa 7 metri con 60 cm di spessore alla sommità, fatto di mattoni legati con malta. Si sviluppa con un curioso andamento a forma di Z con tre tratti quasi rettilinei di 45, 70 e 210 metri.

Nel nostro Paese le dighe in materiali sciolti si diffusero come piccoli sbarramenti in terra al servizio di fondi privati, con la notevole eccezione della diga de La Spina a Pralormo (Torino), lo sbarramento in terra compattata, ultimato nel 1830 e alto 20,2 metri, con invaso di oltre un milione di metri cubi. Tra gli sbarramenti in materiali sciolti è la nostra più antica "grande diga". Aveva dimensioni strabilianti per l'epoca e il naturalista Giacinto Carena in una sua memoria del 1829 sui serbatoi artificiali: "Ultimo per data, questo serbatoio sarà il primo per la copia delle acque che vi saranno raccolte..., le quali, dopo aver dato moto ad un mulino, potranno adacquare regolarmente ben 400 ettari di terreno".

## Ventesimo, il secolo delle dighe

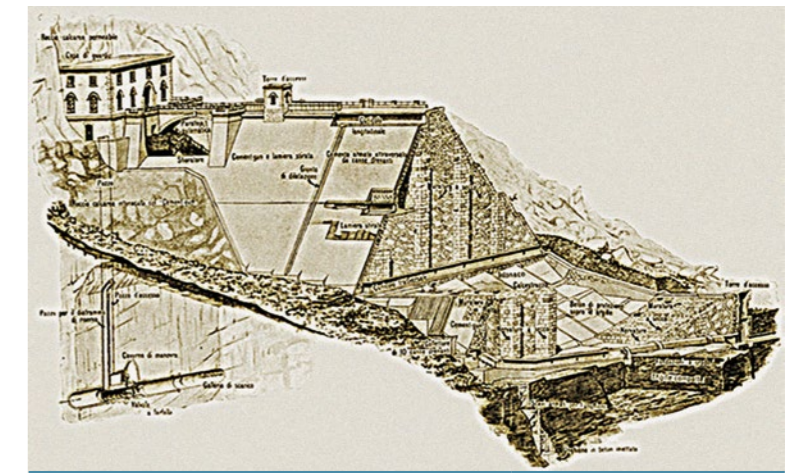
Se per tutto il XIX secolo non si riteneva possibile realizzare grandi dighe in terra, nei primi decenni del XX secolo in Italia ebbe una notevole diffusione la tipologia delle dighe in scogliera dovuta, ammirando le realizzazioni Usa, all'Ingegnere Luigi Luiggi, docente di costruzioni idrauliche al Regio Politecnico di Roma. Erano particolarmente adatte in alta montagna, dove furono messe in opera in massima parte, ma con una variante, non con pietrame alla rinfusa come negli Usa, bensì con pietrame sistemato a mano che riduceva i vuoti



La diga del lago Vargno - Fontainemore (AO)

nel rilevato. L'elemento di tenuta era muratura con malta di cemento con sovrapposto uno strato di bitume e un manto in bolognini o di calcestruzzo di cemento con soletta di cemento armato sovrapposta, suddivisa in lastroni da giunti impermeabilizzati con lamierino e calafatati. Tra gli esempi, dal punto di vista dimensionale, ci sono la diga di Codelago, la più antica

(1912, in provincia di Novara, 27,7 metri di altezza), il Lago Vargno (1918, Aosta, 26 m poi ridotta di altezza negli anni '60, lunghezza 110 m, Volume 1,14 Mm<sup>3</sup>), il Lago Vannino (1921, Novara, 27 m) e Piana dei Greci, oggi Piana degli Albanesi (1923, Palermo, 41 m, lunghezza 260 m, V 32 Mm<sup>3</sup>).



La diga di Piana dei Greci - Piana degli Albanesi, (PA)

Insieme alle dighe in scogliera, nei primi decenni del '900 cominciarono ad essere realizzate in Italia dighe in materiali sciolti zonate, ispirate al modello inglese. La prima e più rilevante fu la diga ai Paduli di Lagastrello sul torrente Enza del 1911, in provincia di Massa-Carrara, alta 27 m., lunga 162 m, volume di 3,6 Mm<sup>3</sup>. L'impermeabilità era assicurata non solo dal nucleo centrale in argilla battuta, ma anche dalla natura stessa del terreno che costituisce il rilevato. A monte c'è un muro di presidio e di sostegno della scarpata eseguito in pietrame e malta cementizia. Anche la scarpata di valle è presidiata da un muro di sostegno in pietrame a secco, destinato anche al drenaggio della massa terrosa. Sia il paramento di monte che il coronamento della diga sono rivestiti da un selciato a secco su materiale sabbioso spesso circa un metro e ricoperto da lastroni in cemento armato.

Un altro successivo notevole esempio è la diga di Nocelle (1931, Cosenza, alta 34,7 m), a lungo la maggiore opera italiana del genere. Ma la grande prudenza nella realizzazione, dopo il disastro della diga del Gleno nel 1923, aveva prodotto una nuova normativa del settore con il nuovo "Regolamento" per i progetti, la costruzione e l'esercizio, l'altezza del carico d'acqua non oltre i 20 metri per le dighe in terra, e i 25 metri per le dighe in muratura a secco. Il "Regio Decreto 31 dicembre

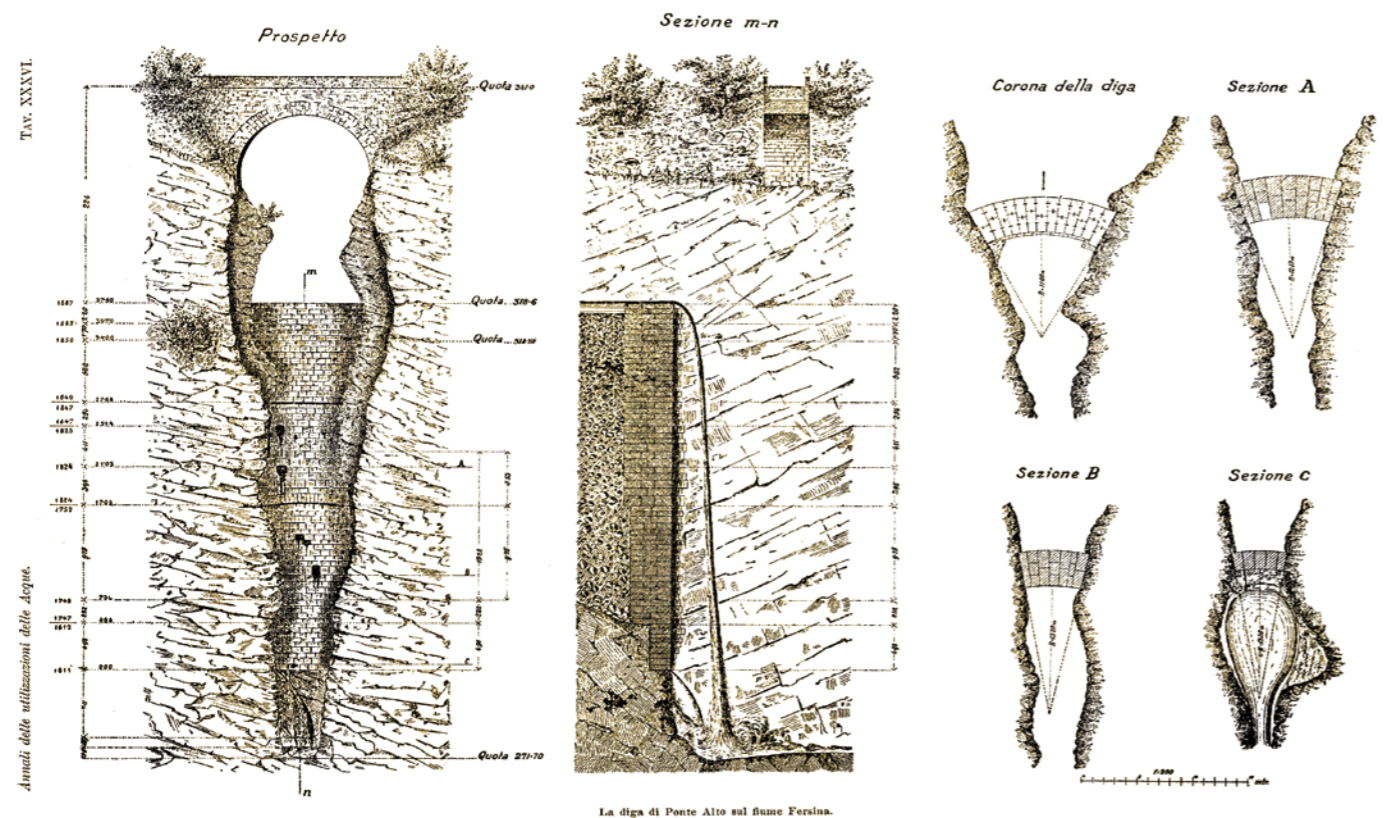
1925, n. 2540 Regolamento per i progetti, la costruzione e l'esercizio delle dighe di ritenuta" portò i limiti rispettivamente a 25 e 30 metri, "salvo eccezioni da valutare particolarmente caso per caso". Alcune eccezioni furono la stessa diga di Nocelle, la diga in muratura a secco di Gela sul torrente Disueri (1948, provincia di Caltanissetta, alta 41 m, poi sostituita dalla nuova diga di Disueri), la diga di Vernago (1956, Bolzano, 40 m, poi rialzata a 64 m), la diga in scogliera del Cuga poi modificata (1960, Sassari, 54,5).

Con il "Decreto del Presidente della Repubblica 1° novembre 1959, n. 1363 Approvazione del regolamento per la compilazione dei progetti, la costruzione e l'esercizio delle dighe di ritenuta" anche in Italia le dighe in materiali sciolti non ebbero più limitazioni dimensionali, vista la tecnica più evoluta. E il XX secolo è stato così il secolo delle dighe in materiali sciolti. La più avanzata tecnologia dei materiali e della loro posa in opera, sempre più meccanizzata, e soprattutto il ricorso al pietrame piuttosto che alla terra per le parti dello sbarramento cui è affidata stabilità e portanza del rilevato, ha fatto sì che le dimensioni delle dighe crescessero fino a raggiungere altezze un

tempo impensabili. Oggi le più alte dighe del mondo, come la diga Nurek alta 300 m, in Tagikistan, sono di questo tipo. Fino a tutto il XIX secolo, infatti, la tipologia prevalente per le più alte dighe di ritenuta è stata in muratura con le due tipologie a gravità e ad arco, un sistema risalente all'antichità.

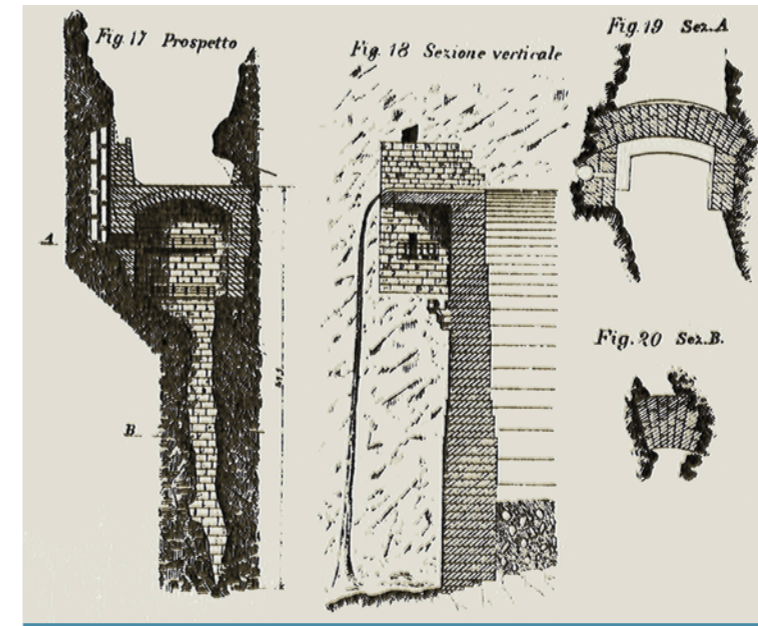
La prima diga ad arco della storia fu infatti costruita dai Romani nel I secolo a.C. in Francia per alimentare la città di Glanum, presso l'attuale Saint-Rémy-de-Provence. Sulle stesse fondamentazioni della diga romana fu costruita la diga ad arco di Peirou, ultimata nel 1891, con da due muri concentrici in pietra con interposto un nucleo in terra, e alta 12 metri. Altre dighe romane a pianta arcuata sono le dighe di Kasserine (Tunisia), Cavdarhisar e Orukaya (Turchia).

In Italia si conserva in discrete condizioni la diga La Para sul Rio Grande di Amelia (TR), risalente al XII secolo. È alta circa 20 metri e completamente interrta a monte. Probabilmente è la più antica diga ad arco esistente in Italia, ma viene citata anche come diga a gravità, e se fosse così sarebbe la seconda più antica diga a gravità dopo la diga che sbarra più a valle lo stesso Rio Grande di Amelia: la diga del Ponte Grande con la parte inferiore risalente al III secolo d.C., realizzata in corrispondenza



La diga di Ponte Alto sul fiume Fersina.

La diga ad arco di Ponte Alto sul torrente Fersina, Trento - Ministero delle Infrastrutture e Trasporti



La diga di Madruzza sul torrente Fersina, Trento - Ministero delle Infrastrutture e Trasporti

della gola formata tra il monte Cimini e il Colle di Amelia, altro monumento idrico di eccezionale valore storico.

La tipologia ad arco ebbe in Iran il suo sviluppo maggiore in epoca mongola, quando fu costruita la diga ad arco di Kurit (1350 d.C.), che con i suoi 60 metri di altezza, elevati a 64 nel 1850, rimase la diga più alta del mondo fino al 1905, quando fu ultimata la diga Cheesman in Colorado (USA), alta 67,4 metri. Le dighe ad arco ebbero un nuovo sviluppo nel XVII secolo, quando in Spagna furono erette le dighe di Elche e Relleu. In Italia, nel 1611-12 fu costruita la diga ad arco di Ponte Alto presso Trento, sul torrente Fersina, affluente dell'Adige, parte di un sistema di quattro sbarramenti finalizzati all'attenuazione delle piene della Fersina, costruiti e modificati nel corso di 300 anni a partire dal 1597. L'altezza iniziale della diga di Ponte Alto era di soli 5 metri, ma fu sopraelevata varie volte per il progressivo interrimento, fino a raggiungere i 39,50 m nel 1887, lunga 10,4 metri.

Nel 1883, settanta metri a valle della diga si costruì un'altra diga ad arco, la diga di Madruzza, di 41,1 m di altezza, il cui invaso da un lato controbilanciava in parte la spinta da monte sulla diga di Ponte Alto, e dall'altro attenuava l'impatto sulle fondazioni dell'acqua sfiorata. Benché gli invasi siano ormai interrati, svolgono la loro funzione di regolazione della pendenza dell'alveo della Fersina. Tra fine dell'800 e primi decenni del '900 la tipologia ad arco si diffuse in Australia e negli Stati Uniti, ma anche in Italia con le dighe di

Crosis a Tarcento (UD) (1896, 40,57 metri di altezza), di Ponte Serra (1910, 44,4 metri) e del Corfino, Lucca (1914, 38,5 metri), progettata dall'Ingegnere Angelo Omodeo, progettista, nello stesso periodo della diga delle Scalere sul torrente Brasimone (1911, 40 metri), classificata a gravità, ma con sezione ad ampio arco di cerchio, la diga dei Gangeri sulla Turrice di Galliciano, Lucca (1916, 42 m) e la diga del Furlo (1922, 59 metri), classificata ad arco-gravità.

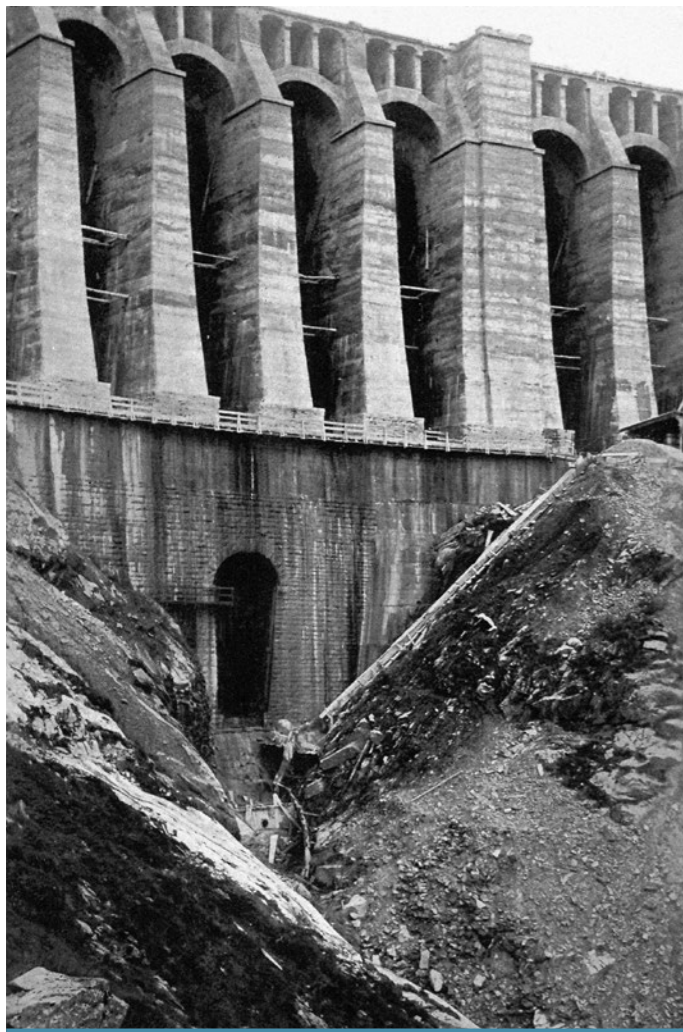
In Italia iniziarono a costruire anche dighe ad archi multipli. La prima, nel 1920, fu la diga di Riolunato in provincia di Modena, e subito dopo fu completata la grande diga di Santa Chiara d'Ula sul Tirso, in Sardegna, capace di invasare oltre 400 milioni di metri cubi, progettata dall'Ingegnere Luigi Kambo, ultimata nel 1923, e con i suoi 70,5 metri di altezza sulle fondazioni era all'epoca la più alta del mondo di questa tipologia.

In Italia, intorno al 1920, iniziarono a costruire anche dighe ad archi multipli. La prima ad essere completata, nel 1920, fu la diga di Riolunato in provincia di Modena, e subito dopo fu il turno della grande diga di Santa Chiara d'Ula sul Tirso, in Sardegna, capace di invasare oltre 400 milioni di metri cubi, progettata dall'Ing. Luigi Kambo, fu ultimata nel 1923, e con i suoi 70,5 metri di altezza sulle fondazioni era all'epoca la più alta del mondo di questa tipologia. Ma il 1° dicembre 1923 un dramma fermò lo sviluppo delle dighe ad archi multipli in Italia:

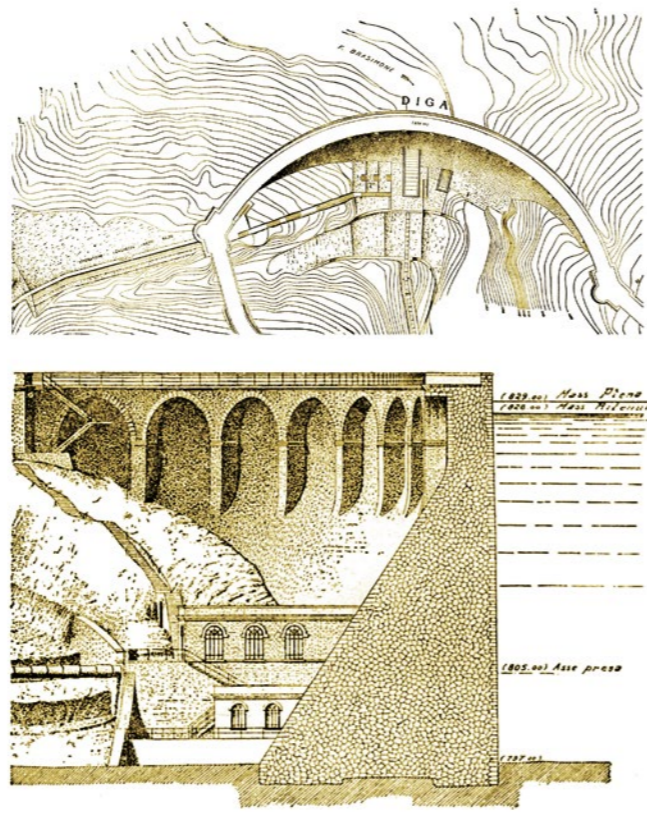


La diga di Ponte della Serra - Ministero delle Infrastrutture e Trasporti

il crollo della diga sul torrente Povo a Pian del Gleno (Bergamo), alta 52 m, lunga 224 m, con volume di 5 Mm<sup>3</sup>, che poggiava nella parte centrale su un tampone a gravità in muratura di pietrame e malta. I morti furono oltre 500 con danni impressionanti che colpirono il mondo. Le cause del collasso poco avevano a che fare con la tipologia ad archi multipli, e molto con il cedimento del tampone a gravità sottostante, insufficientemente dimensionato, malamente costruito con l'uso di calce debolmente idraulica e indebolito da una galleria di scarico centrale dell'altezza di dieci metri. Una catastrofe. Frutto di mancata osservanza delle norme costruttive, e con decreto del 6 dicembre 1923, il Ministro dei Lavori Pubblici insediò una Commissione con il compito di esaminare lo stato di sicurezza delle dighe esistenti e in costruzione, e la loro rispondenza alle norme vigenti "e suggerire le urgenti occorrenti provvidenze per assicurare la stabilità delle opere e la pubblica incolumità".



La diga del Gleno, Bergamo, ultimata nell'estate del 1923 e crollata il 1° dicembre dello stesso anno - Ministero delle Infrastrutture e Trasporti



La diga delle Scalere, Bologna - Ministero delle Infrastrutture e Trasporti

La Commissione concluse le sue ispezioni e i lavori nei primi mesi del 1926. Alcune dighe ad archi multipli già in costruzione furono ultimate (la diga di Molato in provincia di Piacenza, 55,5 m sulla fondazione; la diga di Pavana, Bologna, 54 m; la diga di Pian Sapeio, Genova, 19,35 m; la diga di Venina, Sondrio, 49,50 m; la diga di Fontanaluccia, Modena, 60 m). Altre dighe, invece, furono modificate diventando dighe a gravità: le dighe della Val di Toggia, Novara, 47 m, la diga del Lago d'Avio, Brescia, 39,55 m e la diga del Coghinas, Sassari, 58 m. Per queste ultime due, modifiche intervennero quando già i lavori di elevazione degli archi era stata avviata.

La tipologia delle dighe a gravità, la più comune, in muratura o in calcestruzzo, sono quelle che trattengono la spinta dell'acqua invasata grazie al proprio peso. Nella tecnica si distinguono quelle a gravità massiccia e a gravità alleggerita con dei vani al proprio interno o sul lato di valle.

Le dighe a gravità "alleggerite" sono riconducibili alla tipologia dei Romani del muraglione con contrafforti. In Italia delle dighe a gravità c'è il ricordo della maggiore delle tre dighe romane di Subiaco, che nella stretta vallata fra i Monti Simbruini



La Diga Grotticelli a Gela

sbarra il corso dell'Aniene formando altrettanti laghi artificiali, detti Simbruina stagna, sulle cui opposte sponde c'era la villa con tenuta di caccia di Nerone. Il lago principale, formato dalla imponente e massiccia diga Pons Minimus alta 50-60 metri, in calcestruzzo con rivestimento in pietrame squadrato, utilizzata sotto Traiano come bacino di captazione dell'acquedotto Anio Novus. L'eccezionale altezza della struttura e l'utilizzo anche come ponte la fece sopravvivere anche all'epoca di San Benedetto nella prima metà del VI secolo, per essere distrutta nel 1305 da una piena rovinosa che la trovò già danneggiata dai terremoti nel corso dei secoli e dall'incuria con il carico aggiuntivo dei sedimenti depositatisi a monte. Dopo il Pons Minimus, verso valle fu realizzata nel 1587 la diga della Cartiera nei pressi di una cartiera costruita in sponda destra dell'Aniene, tutt'oggi esistente per dare acqua allo stabilimento.

Tra le antiche dighe murarie a gravità in Italia ci sono anche la diga di San Cusumano ad Augusta e la diga di Grotticelli a Gela. La costruzione di San Cusumano, sul torrente omonimo, si deve

all'imperatore Federico II di Svevia nell'ambito di un ampio sistema di opere di regimazione delle acque per irrigare campi e frutteti, e alimentare un vivaio per l'allevamento dei pesci.

Il bacino fu realizzato sbarrando il torrente San Cusumano circa duecento metri a monte dello sbocco a mare. La diga aveva uno sviluppo di circa 200 metri e l'altezza fuori terra inizialmente di circa 12 metri che nel 1935 però non superava i 6 metri a valle e i 5 a monte, verso il centro dello sbarramento si apriva una grande breccia attraverso la quale scorrevano le acque del torrente. L'invaso di San Cusumano rimase in servizio per circa quattro secoli, finché l'interrimento ne determinò l'abbandono.

La diga di Grotticelli fu realizzata sul fiume Gela nel 1563, più volte ricostruita. È uno sbarramento a gravità massiccia in muratura di pietrame e malta con rivestimento costituito da grossi blocchi di roccia calcarea squadrati a mano, lungo 120 metri. L'altezza del muraglione è di 7,6 metri, la larghezza alla base di 8,6 metri. Con un salto a valle di circa 4 metri, conserva oggi la funzione di traversa di presa.

## 58.713 grandi dighe nel mondo

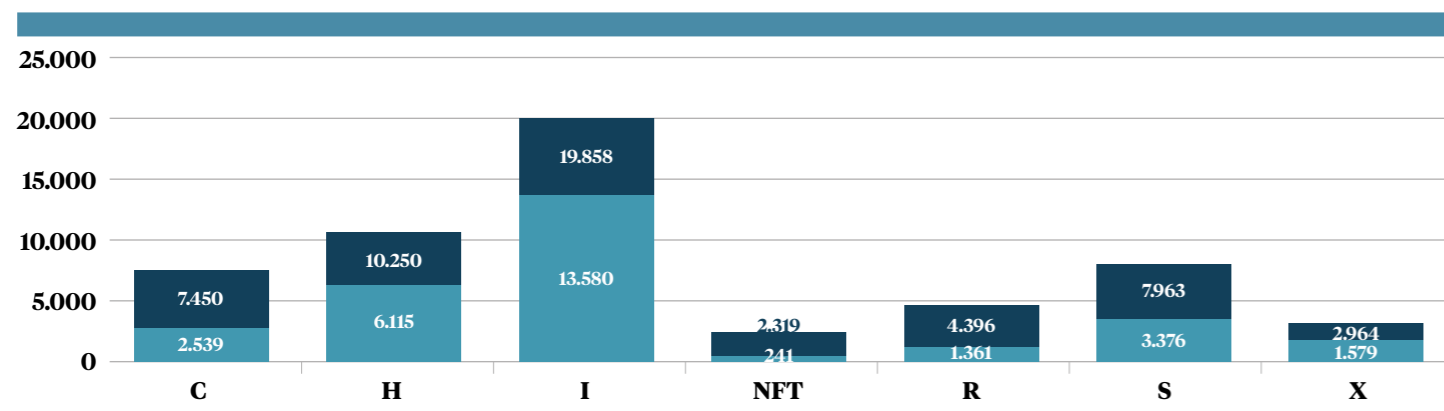
Nel Mondo sono oggi 58.713 le grandi dighe, quelle che rispondono allo standard minimo di essere alte più di 15 metri dalla fondazione più bassa alla cresta, oppure alte tra i 5 e i 15 metri ma in grado di trattenere più di 3 milioni di metri cubi d'acqua. La soglia italiana per la definizione di "grande diga", rispetto a quella del registro mondiale unico database del settore, è più bassa, di 1 milione di metri cubi d'acqua. Delle 58.713 grandi dighe sono 39.110 quelle che dall'ultimo censimento 2020 risultano operative. Del totale, circa 22 mila dighe sono in Cina e oltre 9 mila negli Stati Uniti, e 4.000 in India. La Russia ne ha appena 69, ma con capienza e capacità di invaso immensa. Così come il Canada. Il registro mondiale, il più affidabile database di dighe al mondo, ammette che nel settore, nonostante tutti i nostri sforzi, mancano ancora per vari motivi.

Le dighe sono costruzioni imponenti, ormai entrate a pieno titolo nei paesaggi di molti territori, e le tecniche costruttive sono sempre più strettamente dipendenti da analisi molto accurate dell'orografia e della morfologia dei luoghi vallivi che le ospitano,

dell'idrologia, della geologia profonda e della composizione dei terreni in superficie, della tipologia delle rocce, delle caratteristiche dei corpi fluviali che devono sbarrare, degli impatti dei grandi rischi naturali come quelli sismici e vulcanici e da frana, e dei rischi meteorologici, dei fabbisogni idrici e ormai anche energetici con produzione di energia idroelettrica delle comunità servite dagli impianti. Tutto ciò determina le tipologie costruttive e l'accuratezza della messa in opera. Per i Paesi in via di sviluppo, lo stoccaggio dell'acqua è spesso vitale ed è l'unico mezzo per sfruttare questa risorsa naturale. I serbatoi d'acqua danno una garanzia di approvvigionamento idrico anche durante le siccità, per l'uso domestico, l'irrigazione, l'uso industriale. Riducono la forza delle inondazioni.

La domanda di acqua aumenta costantemente, e si prevede che il trend di crescita raggiungerà di un più 2-3% all'anno nei prossimi decenni. Con la loro capacità attuale cumulata di circa 7.714 km<sup>3</sup>, le dighe hanno un ruolo significativo nella gestione efficace di una risorsa idrica che in molte aree del Pianeta rischia di essere limitata, distribuita in modo non uniforme e soggetta a forti variazioni stagionali.

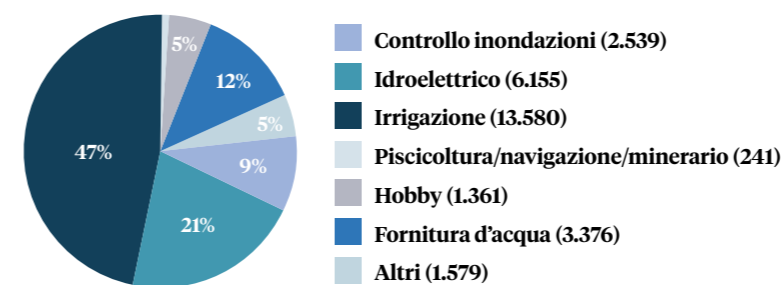
### NUMERO E FINALITÀ DELLE DIGHE REGISTRATE



Fonte: Servizio Mondiale Dighe

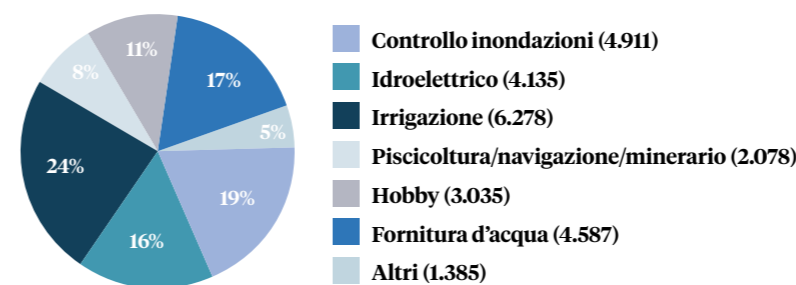
Le dighe si dividono in due categorie principali:

### 28.791 DIGHE UNIFUNZIONALI



Fonte: Servizio Mondiale Dighe

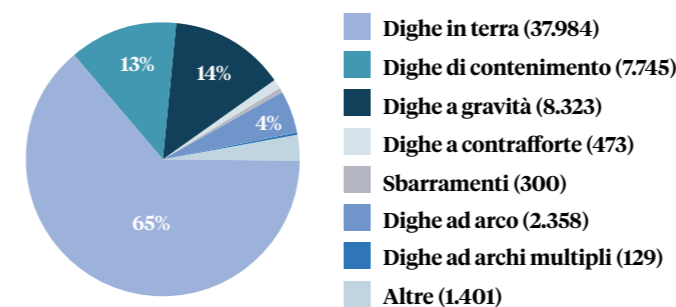
### 10.319 DIGHE MULTIFUNZIONE



Fonte: Servizio Mondiale Dighe

## Tipologie delle grandi dighe

Le grandi dighe in terrapieno sono la maggioranza con il 65% del totale. Si tratta della tipologia più antica, e tracce o dighe a terrapieno sono risalenti alle civiltà più antiche e in parte ancora presenti.



Fonte: Servizio Mondiale Dighe

## Le più grandi

Sul fiume Paraná, tra Paraguay e Brasile, la **diga di Itaipù** è anche la più grande centrale idroelettrica del mondo per produzione energetica annuale.

La **diga di Rogun** in Tagikistan in costruzione con Salini Impregilo alta 335 metri sarà la diga più alta al mondo surclassando la cinese Jinping -1 sul fiume Yalong con i suoi 305 metri.

Con il volume di invaso più grande del mondo troviamo la colossale **diga ad arco di Kariba** sul fiume Zambesi tra Zambia e Zimbabwe alta 128 metri e lunga 579 metri con capacità di 185 miliardi di metri cubi anch'essa costruita da aziende Made in Italy (Salini Impregilo Consorzio Impresit Kariba formato da Impresa Umberto Girola, Impresa Italiana all'estero, Impresa Ing. Lodigiani, Impresa Ing. Giuseppe Torno e Co) e fornisce anche 1.320 megawatt ai due Paesi, in fase di restauro.

La **diga russa di Bratsk** è in Siberia ed è la seconda più grande del mondo per capacità del bacino per 169 miliardi di metri cubi d'acqua e una estensione di 5,4 chilometri quadrati con lo sbarramento alto 125 metri e lungo 1,5 chilometri con ferrovia e autostrada che la sormonta e la centrale idroelettrica da 4.500 megawatt generati da 18 turbine.

La **diga di Akosombo** terza più grande del mondo con 144 miliardi di metri cubi di bacino forma il lago Volta, il lago artificiale più esteso del mondo nella parte sud-orientale del Ghana, alta 114 metri e lunga 660 metri con una centrale idroelettrica che serve il Ghana, Benin, Togo.

La **diga canadese Daniel Johnson** quarta più grande del mondo per invaso con 140 miliardi di metri cubi. È lungo il fiume Manicouagan in Québec con il più grande sbarramento mai costruito ad archi multipli lungo 1.300 metri con altezza di 214 metri e grande produttrice di energia idroelettrica.



La **diga a gravità venezuelana di Guri** quinta più grande del mondo con la "Central Hidroeléctrica Simón Bolívar" tra le più potenti al mondo, con potenza di 10.200 megawatt per oltre il 70% del fabbisogno elettrico nazionale, ha un bacino di 135 miliardi di metri cubi, alta 162 metri e lunga ben 7,5 chilometri.

La **diga di Assuan** la più grande e moderna delle dighe lungo il Nilo forma il lago Nasser con capacità di 132 miliardi di metri cubi generando 2.100 megawatt e l'acqua per l'agricoltura in Egitto e in Sudan, mitiga le inondazioni e facilitando la navigazione lungo il Nilo.

La **diga canadese W.A.C Bennet** lungo il fiume Peace che forma il lago Williston nel nord della British Columbia con capacità di 74 miliardi di metri cubi contenuti da una infrastruttura alta 183 metri e lunga più di 2 km con centrale idroelettrica da 2.790 megawatt.

La **diga russa di Krasnojarsk** in Siberia, lungo il fiume Enisej, con un bacino di 73 miliardi di metri cubi, alta 124 metri e lunga più di un km e la centrale idroelettrica con capacità installata di 6.000 megawatt.

La **diga russa di Zeya** quasi al confine con la Cina con capacità di 68 miliardi di metri cubi e sbarramento di 714 metri alto 112 metri.

La **diga canadese Robert-Bourassa** decima più grande del mondo è in Québec con uno sbarramento alto 162 metri e lungo 2,8 chilometri, a formare un bacino di 61,7 miliardi di metri cubi con superficie di circa 3 chilometri quadrati e la centrale idroelettrica con capacità installata di 5.616 megawatt.

La **diga di Hoover** è il primo gigantesco sbarramento alto come un edificio di sei piani costruito sul Buelder Canyon del fiume Colorado, completato nel 1935. È stata una delle opere



La diga di Hoover - Nevada



La diga delle Tre Gole di Qutang - Cina

del New Deal di Franklin Delano Roosevelt. È una diga in calcestruzzo situata al confine tra l'Arizona e il Nevada. È lunga 201 m alla base e 379 alla sommità, per 221 m di altezza e uno spessore dai 200 m alla base ai 14 m in cima. È di tipo arco-gravità, con curvatura rivolta verso il bacino in modo da scaricare le pressioni sulle pareti del canyon. A spaventare le diverse amministrazioni erano soprattutto i costi molto elevati dell'opera e la grande distanza dai centri abitati, in un'epoca in cui le tecnologie per la distribuzione dell'energia elettrica non erano ancora quelle di oggi. Ma i danni causati dalle piene del Colorado, e i frequenti periodi di siccità, convinsero il governo degli Stati Uniti ad approvare il progetto. Le turbine sono ospitate in un edificio, con pianta a U, situato alla base della diga, e vengono alimentate tramite 4 torri di presa da cui l'acqua del bacino precipita per 180 m. Per evitare che possa traboccare in caso di piena, ai due lati due sfioratori sfociano in due gallerie, dal

diametro di 15 metri, che si congiungono con quelle costruite per la deviazione del fiume. Il suo bacino, chiamato Lago Mead, è il più grande lago artificiale degli Stati Uniti. Produce ogni anno oltre 4 miliardi di kWh, distribuiti tra la California meridionale, il Nevada e l'Arizona. Los Angeles da sola beneficia del 15% della sua energia.

È stato il sogno di Mao Tze Tung la **diga delle Tre Gole di Qutang**, Wuxia e Xiling, la più grande del Pianeta, sul fiume più lungo dell'Asia, lo Yangtze, da dove furono evacuate nel 1994 circa 1,3 milioni di persone, sommerse 13 città e 1300 villaggi. Quella biblica inondazione più che una diga ha creato oggi un altro mare grande come la distanza tra Roma e Milano, profondo 165 metri contenente 22 miliardi di metri cubi di acqua per l'irrigazione, l'alimentazione idrica, il trasporto fino al delta del fiume nei pressi di Shanghai, la produzione di energia idroelettrica.

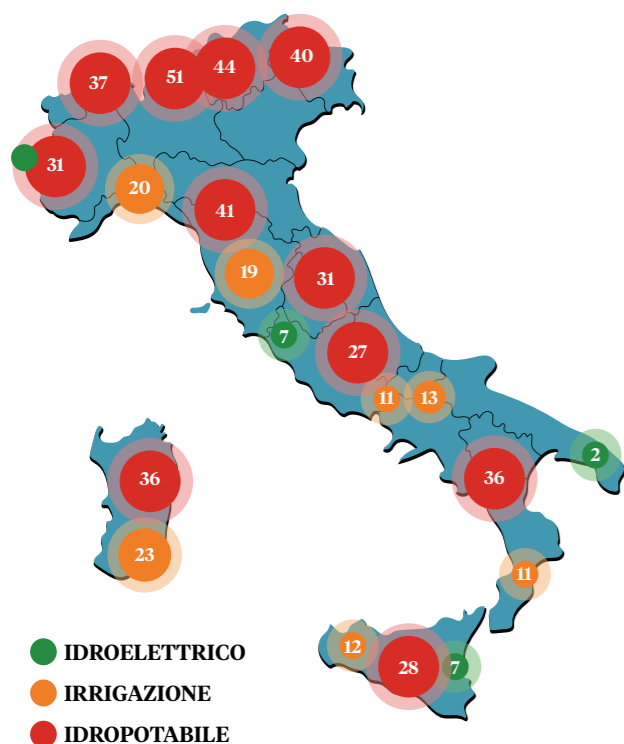
## 531 grandi dighe in Italia

Le grandi dighe, definite dalla Legge 21 ottobre 1994 n. 584 e successiva Circ. Ministero LL.PP. 482/1995, sono sbarramenti di altezza superiore a 15 metri oppure con un serbatoio artificiale contenente un volume di acqua superiore a 1.000.000 di m<sup>3</sup>.

Le grandi dighe in Italia oggi sono 531, gestite da 131 concessionari e, in alcuni casi, da soggetti gestori da loro incaricati. I primi due concessionari per numero di dighe sono Enel Produzione con 180 dighe e l'Ente Acque della Sardegna (ENAS) con 33 dighe. Altri 84 concessionari gestiscono una sola diga. Le grandi dighe ad uso idroelettrico sono in gestione a 28 concessionari, di questi 12 gestiscono una sola grande diga, 4 concessionari - Enel Produzione,

Edison, Alperia Greenpower e A2A - ne gestiscono in totale 232. Tutte insieme sono in grado di invasare un volume complessivo pari a 13,7 miliardi di metri cubi di acqua, compresi i 3,4 miliardi di metri cubi relativi alla regolazione operata dagli sbarramenti all'incile dei grandi laghi sub-alpini regolati da

### GRANDI DIGHE A TIPOLOGIA PREVALENTE



Fonte: Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Direzione Generale per le dighe

manufatti appositi costruiti all'incile di ognuno di essi, i quali - entro certi livelli del lago - consentono di erogare e immettere nei fiumi emissari delle portate diverse, in più o in meno, da quelle che ne sarebbero uscite a pari livello nelle originarie condizioni naturali dell'incile.

Gli invasi ad uso energetico sono 309, il 58% del totale, con un volume di invaso complessivo pari a 4,4 miliardi di metri cubi, il 32% del totale, mentre l'utilizzo irriguo della risorsa è esercitato nel 62% del volume invasabile.

### LE GRANDI DIGHE IN ITALIA E I VOLUMI DI ACQUA INVASIBILI E AUTORIZZATI 2022

	Numero	Volume invasabile Miliardi m <sup>3</sup>	Volume autorizzato Miliardi m <sup>3</sup>	Volume interrato Miliardi m <sup>3</sup>
Piemonte	59	0,374	0,364	-
Valle D'Aosta	8	0,142	0,130	-
Lombardia	77	4,036	3,998	-
Trentino A.A.	37	0,648	0,631	-
Veneto	17	0,237	0,234	-
Friuli V.G.	12	0,191	0,182	-
Liguria	13	0,061	0,059	-
Emilia R.	24	0,159	0,153	-
Toscana	50	0,321	0,311	-
Umbria	9	0,429	0,237	-
Marche	16	0,119	0,106	-
Lazio	21	0,521	0,514	-
Abruzzo	14	0,370	0,370	-
Molise	7	0,203	0,125	-
Campania	17	0,293	0,248	-
Puglia	9	0,541	0,461	-
Basilicata	15	0,911	0,544	-
Calabria	21	0,484	0,444	-
Sicilia	46	1,105	0,819	-
Sardegna	59	2,505	1,975	-
<b>ITALIA</b>	<b>531</b>	<b>13,652</b>	<b>11,903</b>	<b>4,000</b>

Elaborazioni Fondazione Earth Water Agenda

Come si nota, la Lombardia è la Regione con più dighe, 77, e con più volume invasabile pari a oltre 4 miliardi di m<sup>3</sup> di acqua. Di rilievo anche la Sardegna che con 59 grandi dighe registra un volume invasabile di 2,5 miliardi di m<sup>3</sup> ma è l'isola che ha visto il "battesimo" delle grandi dighe italiane con il primo manufatto realizzato per portare acqua al nuovo acquedotto di Cagliari, voluta da Camillo Benso di Cavour, che così scriveva il 18 febbraio 1857 all'Intendenza Generale di Cagliari, chiudendo l'estenuante dibattito in corso su come risolvere il grave problema idrico della città e dando il suo determinante appoggio al progetto dell'ingegnere Felice Giordano di una diga a gravità per sbarrare il Rio Corongiu: "Fattone esame, rimasi convinto quest'opera riuscir deve di somma utilità non solo alla città di Cagliari, ma all'intera Sardegna. Finché Cagliari difetterà di acqua, il suo porto sarà sfuggito dai naviganti ed il commercio marittimo resterà stazionario. A parer mio questa opera è la più feconda, in utili risultati, la più giovevole all'Isola, che intraprendere si possa nelle attuali circostanze". Fu quella la nostra prima grande diga, in funzione dal 1867, con il primo grande lago artificiale italiano a servizio del capoluogo. Lo sbarramento è alto sul piano campagna 21,50 metri, lungo 105, con capacità di invaso di circa 1 milione di metri cubi, e con trasferimenti giornalieri di almeno 4000 metri cubi di acqua, anche nei casi di prolungate siccità. Nel 1880, fu inaugurato il "lago artificiale" di Binnari per servire l'acquedotto di Sassari; nel 1924 il grande bacino del Tirso con capienza di 374 milioni di metri cubi d'acqua come il maggior lago artificiale d'Europa; nel 1927 l'altra grande diga sul fiume Coghinias, con 242 milioni di metri cubi d'acqua, con quattro gruppi di turbine idroelettriche e canali di irrigazione; nel 1928 la Società Elettrica Sarda iniziò i lavori per lo sfruttamento idroelettrico dell'alto Flumendosa, il maggior sistema idrico sardo multiuso con una serie di dighe sul fiume tra loro collegate per oltre 600 milioni di metri cubi. I bacini artificiali sardi, esclusi i piccoli invasi collinari, sono 45 e invasano circa 2 miliardi di metri cubi d'acqua.

### In diminuzione la capacità di invaso in Italia

Vi sono alcune considerazioni che evidenziano problematiche e ritardi ma anche la necessità di ulteriori invasi e le grandi opportunità del rifornimento di acqua in una Italia hot spot di effetti dei cambiamenti climatici nell'area Mediterranea. La prima considerazione riguarda il dato della capacità di accumulo di acqua, sostanzialmente fermo al volume complessivo calcolato

dall'indagine che ha preceduto la prima e finora unica "Conferenza nazionale sull'acqua", 1968-71 organizzata dal Senato della Repubblica.

### INVASI IN ITALIA

Conferenza Nazionale sulle acque 1968-71

ZONA	Serbatoi		Laghi collinari		Capacità complessiva (hm <sup>3</sup> )
	numero	capacità utile (hm <sup>3</sup> )	numero	capacità (hm <sup>3</sup> )	
Veneto	65''	1040	6	0,1	1040
Liguria	17'''	23	22	0,5	24
Bacino del Po	194'	2083	4748	54,2	2137
Romagna e Marche	24	125	84	58,7	184
Toscana	27	84	849	40,5	125
Lazio e Umbria	15	556	536	16,5	573
Abruzzi e Molise	13	592	872	37,0	629
Campania	18	72	10	0,6	73
Calabria e Lucania	12	560	64	3,8	564
Puglia	5	290	10	1,0	291
Sicilia	23	531	97	7,7	539
Sardegna	31	1537	39	3,7	1541
<b>Totale</b>	<b>444</b>	<b>7493</b>	<b>9253</b>	<b>224,3</b>	<b>7720</b>

' di cui 1 in Francia della capacità di 31,60 hm<sup>3</sup> e 18 in Svizzera per una capacità complessiva di 525,10 hm<sup>3</sup>

'' di cui 2 in Jugoslavia per una capacità complessiva di 11,26 hm<sup>3</sup>

''' di cui 9 in Francia per una capacità complessiva di 8,745 hm<sup>3</sup>

Si legge negli atti della Conferenza: "... sono già stati costruiti in Italia serbatoi artificiali per una capacità utile di circa 7,7 miliardi di mc (3,2 miliardi nell'Italia settentrionale, 0,9 nella centrale, 1,5 nella meridionale e 2,1 nelle isole) le risorse idriche superficiali utilizzabili salgono dai 18 miliardi di mc a 40 miliardi di mc. Per utilizzare un minimo regolato pari al 50% del volume potenziale, cioè 55 miliardi di mc. utilizzabili, occorrerebbe, in rapporto alla prevalenza delle utilizzazioni industriali o irrigue, una capacità di regolazione variabile dai 15 ai 19 miliardi di mc. Questo dato, anche se è il risultato di calcoli ipotetici, dimostra l'importanza decisiva dei serbatoi di regolazione, specialmente nell'Italia centro-meridionale. È vero che questa cifra è puramente indicativa, perché presuppone che in tutte le regioni idrografiche l'utilizzazione venga portata al 50%, ma è importante rilevare l'ordine di grandezza; il che ci porta a concludere che, per soddisfare le probabili esigenze dell'anno 1980, bisognerebbe portare la complessiva capacità di invaso dagli attuali 7,7 miliardi di mc (esclusi i laghi naturali regolati) a circa 17 miliardi di mc."

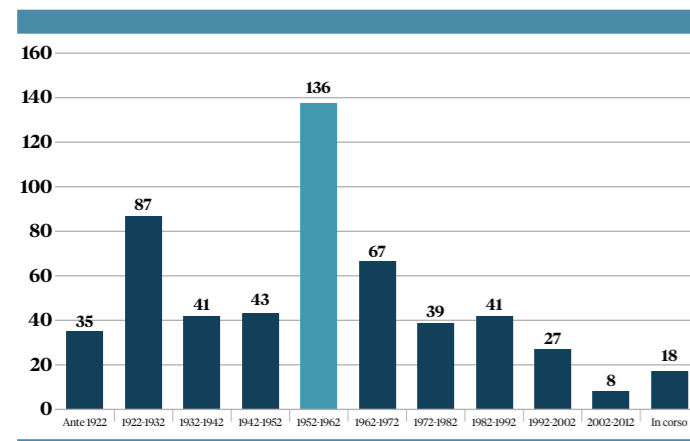
Oggi, a differenza di mezzo secolo fa, solo teoricamente siamo di fronte ad una maggior capacità di invaso. In realtà, siamo

sostanzialmente come allora, con necessità e consumi enormemente aumentati. Il volume complessivo nelle 531 grandi dighe è, infatti, pari a 13 miliardi e 652 milioni di metri cubi, compresi i 3,4 miliardi di metri cubi relativi alla regolazione operata dagli sbarramenti all'incile dei grandi laghi sub-alpini (Como, Maggiore, D'Orta, D'Iseo, Garda). Ma il volume autorizzato risulta molto più limitato. I motivi dello scarto fra volume teoricamente invasabile e volume autorizzato sono di diversa natura ma è dovuto, soprattutto, alle 80 dighe (15% del totale) ancora in vaso sperimentale senza collaudo tecnico-funzionale con almeno 1,5 miliardi di m<sup>3</sup> non invasabili per "sperimentazioni non completate o interrotte" su 2 miliardi di m<sup>3</sup> in totale non autorizzati per le 532 dighe; e 3,3 miliardi di m<sup>3</sup> su 10,3 miliardi di m<sup>3</sup> totali (oltre il 30%) di volume di vaso con "esercibilità non definitivamente conseguita".

Questo stato è dovuto ad una molteplicità di fattori:

- › ritardi e inerzie nelle procedure di collaudo tecnico-funzionale per carenza di personale;
- › infrastrutture ormai fuori esercizio ' infrastrutture ad vaso limitato;
- › infrastrutture ancora in costruzione;
- › interrimento progressivo degli stoccaggi;
- › problemi tecnici evidenziati dagli invasi sperimentali;
- › utilizzo anticipato della risorsa idrica per funzioni di laminazione delle piene;
- › carenza di risorse economiche e/o non adeguatezza tecnico-gestionale di alcuni concessionari;
- › disinteresse delle amministrazioni concedenti;
- › procedure molto complesse (finanziamenti, autorizzazioni, appalti);
- › lacune della normativa sugli invasi sperimentali;

#### NUMERO DI DIGHE ULTIMATE NEGLI ULTIMI 100 ANNI



Fonte: elaborazione dell'Agenzia per la Coesione Territoriale su dati del Registro Italiano Dighe

Alcuni potenziamenti della capacità degli invasi progettati dai concessionari sono rallentati anche da problemi normativi. Ulteriori criticità rilevate dalla DGDighe riguardano:

- › Incertezze delle norme in materia di concessioni di derivazione per uso idroelettrico dovute ai numerosi interventi legislativi, della Corte Costituzionale e della Commissione Europea connessi al regime delle proroghe delle concessioni e alle modifiche nella disciplina di assegnazione che rendono difficoltosa la programmazione di interventi di manutenzione straordinaria dando motivi ai concessionari uscenti nel differirla.
- › Scarsa attenzione delle norme in materia di concessioni idroelettriche agli aspetti di miglioramento della sicurezza delle opere: anche l'ultima riforma contenuta nel decreto "Semplificazioni", nel prevedere contenuti legislativamente predefiniti della disciplina regionale sulle procedure di assegnazione della concessione, valorizza, in linea anche con le distinte discipline in materia di incentivazioni, "i miglioramenti in termini energetici", i "miglioramenti e risanamenti ambientali", le "compensazioni territoriali e ambientali", ma non gli interventi di incremento della sicurezza delle opere, ad esempio quelli idraulici e sismici.
- › Esigenza di coordinamento legislativo, in materia di interventi per l'incremento della sicurezza delle dighe esistenti, tra i procedimenti autorizzativi tecnici e i procedimenti di valutazione ambientale concorrenti, che frequentemente rallentano o bloccano interventi di rilievo per la sicurezza.
- › Esigenza di semplificazione e maggiore realismo dei disposti normativi in materia di gestione dei sedimenti accumulati negli invasi: è in corso di revisione, ai sensi dell'art. 114 D. Lgs. 152/2006, il D.M. Ambiente-Infrastrutture del 2004 recante criteri di redazione dei progetti di gestione. La previsione di obbligo di integrale ripristino della capacità utile originaria di alcuni invasi (ad interrimento di fatto irreversibile) confligge infatti con esigenze di gestione territoriale e ambientale dei sedimenti stessi. Le novità dello schema di un nuovo D.M. riguarda la facoltà, in capo alle Regioni - amministrazioni concedenti la derivazione e l'utilizzo dell'acqua - di stabilire per ciascun vaso, in sede di approvazione del progetto di gestione, la capacità utile da recuperare, tenendo conto degli aspetti di sostenibilità ambientale e degli interessi pubblici concorrenti, anche in una ottica di ricostituzione della idromorfologia fluviale.
- › Esigenza di coordinamento delle discipline regionali in materia di deflusso minimo vitale o deflusso ecologico con gli aspetti di sicurezza e di quelli produttivi, favorendo anche il recupero energetico tramite derivazioni dedicate.

Nonostante la grande competenza e anche la grande passione dimostrata dal personale tecnico e dai dirigenti degli uffici della Direzione ministeriale competente sulle Grandi Dighe - Ministero dei Lavori Pubblici poi Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, poi Ministero delle Infrastrutture e delle Mobilità Sostenibili e oggi ancora Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti) siamo di fronte ad una progressiva e non accettabile perdita di capacità di accumulo di risorsa idrica. L'aggiornamento ad oggi vede 80 grandi dighe, il 15% del totale, ancora in vaso sperimentale in attesa di collaudofunzionale finale per un volume invasabile di 4,8 miliardi di metri cubi. Non si tratta della mancanza di un collaudo ai fini della sicurezza dell'infrastruttura, cosa che non potrebbe consentire alcun vaso ovviamente, ma, come spiegano gli uffici, riguarda gli elementi tecnici relativi al rapporto fra progettazioni e realizzazioni che non consentono di portare a conclusione i procedimenti finali di collaudo. Questo ritardo porta però la diga ad un funzionamento "limitato" in termini di volume invasato, e da qui deriva lo scarto fra i due volumi, quello teorico e quello autorizzato. In dettaglio è questa la condizione attuale delle nostre grandi dighe.

#### TOTALE GRANDI DIGHE

	Numero	Miliardi m <sup>3</sup>	Valore %
Costruzione	7	0,110	0,8
In collaudo	76	5,282	38,7
Invaso limitato	41	1,231	9,0
Fuori esercizio temporaneo	33	0,073	0,5
Esercizio normale	374	6,957	51,0
	-	0,000	0,0
<b>TOTALE</b>	<b>531</b>	<b>13,652</b>	<b>100,0</b>

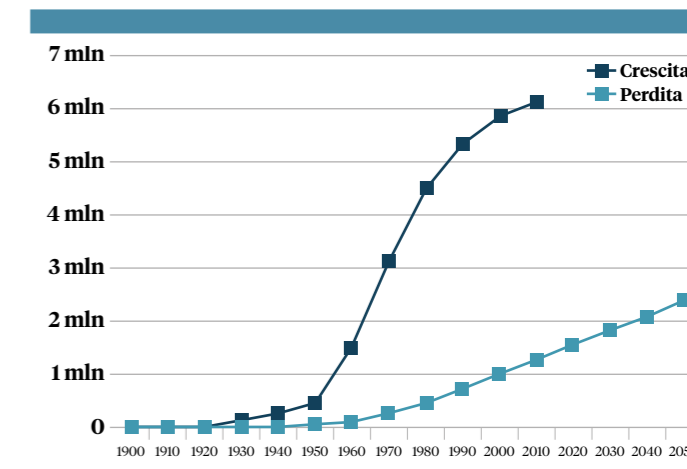
Elaborazioni Fondazione Earth Water Agenda

#### Interrimento

Accanto a limitazioni di tipo autorizzativo, deve essere poi considerato un ulteriore taglio alla capacità di accumulazione di risorsa idrica nelle grandi dighe data dall'interrimento dovuto all'accumulazione di sedimenti di terra e rocce nel bacino idrografico trasportate dai fiumi che si riversano nell'invaso.

Si tratta di un fenomeno che riguarda le dighe di tutto il mondo, e colpisce le strutture in maniera diversificata a seconda della tipologia dei territori nei quali la diga è collocata. Gli studi e le analisi condotte a livello mondiale portano a stimare un grado di interrimento medio (equivalente alla perdita di capacità d'invaso) compreso tra il 20% ed il 25%; mentre le previsioni al 2050, sulla base di estrapolazioni dei dati attualmente disponibili, stimano il grado di interrimento medio dei serbatoi del mondo compreso tra il 45% ed il 50%. Attualmente in Italia si registra un livello del 30% che comporta una perdita complessiva stimata di circa 4 miliardi di metri cubi di volumi.

#### TREND CAPACITÀ DI INVASO E DI INTERRIMENTO



Fonte: Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Direzione generale per le dighe

Fra le possibili alternative alla costruzione di nuove dighe e nuovi invasi, o forse meglio come azione complementare, c'è la riduzione dell'interrimento delle attuali dighe in Italia.

Dagli studi sul fenomeno dell'interrimento emerge una stretta correlazione fra la dimensione della diga e la sua velocità di riempimento. Per piccoli invasi si registra una media annuale di interrimento oltre il 2% l'anno mentre sopra i 20 milioni di m<sup>3</sup> siamo sotto lo 0,6% all'anno. È chiaro che il fenomeno arriva a criticità paragonabili in lassi di tempo molto diversi a seconda della dimensione. Dalle stime fatte sulla realtà italiana il tasso di interrimento risulta abbastanza significativo anche a causa della non recente costruzione di dighe. Su circa 13,6 miliardi di m<sup>3</sup> di capacità teorica di volumi di acqua invasabile si stima un volume di sedimenti interrati pari a circa 4 miliardi di m<sup>3</sup>. Quindi quasi un terzo della capacità di acqua invasabile è in effetti rappresentata da sedimenti con una perdita effettiva di risorsa disponibile per gli usi multipli per cui è stata originariamente costruita.



Le possibilità tecniche per recuperare, almeno in parte, la capacità di invaso di acqua sono diverse e non sono generalmente standardizzabili. E anche i costi sono frutto di diverse variabili. Ogni disinterramento è per questo un caso a sé. I costi dipendono dalla qualità e dalla quantità dei sedimenti, dalle distanze di eventuali conferimenti del materiale, dalla presenza o meno di inquinamento del materiale e altro.

Lo sfangamento è una operazione volta alla eliminazione parziale o completa del materiale accumulato nel serbatoio, e può essere eseguita attraverso metodi relativamente economici, al netto della produzione persa, che però provocano impatti sull'ecosistema del fiume a valle, che può essere anche positivo se considerato nel lungo periodo, adottato nei casi come lo spurgo e la fluitazione, in cui è possibile controllare i parametri del materiale fluitato:

- › lo *spurgo*, trasportando a valle il materiale solido sedimentato, trascinato o disperso nella corrente idrica, attraverso i sistemi di scarico e, eventualmente, di presa;
- › la *fluitazione* con il materiale sedimentato trasportato a valle trascinato dalla corrente idrica attraverso gli scarichi di fondo, prevalentemente in condizioni di bacino vuoto;
- › l'*asportazione di materiale a serbatoio pieno* utilizzando sistemi di pompaggio o di dragaggio attraverso apparecchiature posizionate

su piattaforme galleggianti: il materiale asportato, se ricadente nella normativa rifiuti, deve essere stoccato, trasportato e conferito in discarica. Questa operazione presenta costi elevati, pertanto viene usata dove esistono vincoli ecologici-ambientali insormontabili a valle dello sbarramento. Tra gli aspetti negativi bisogna sottolineare la riduzione della restituzione di quote di sedimenti sottratte nel tempo dallo sbarramento al fiume;

- › l'*asportazione di materiale a serbatoio vuoto* che prevede lo svasso totale del serbatoio, e il successivo utilizzo di macchinari atti alla rimozione del materiale sedimentato.

In genere i gestori eseguono, dopo lo svasso completo, lo spurgo o sghiaimento per fluitazione quando esiste una sufficiente portata dell'immissario a monte dell'invaso che permette di ripulire dai sedimenti l'interno del bacino per azione erosiva del corso dell'acqua, mantenendo lo scarico di fondo aperto. Questa operazione è considerata quella di maggior efficacia e, spesso, di maggior impatto sul tratto di corso d'acqua a valle del bacino. L'asportazione meccanica di sedimenti sicuramente si presenta come una scelta di minor impatto a carico del corso d'acqua, ma apre scenari diversi connessi alla caratterizzazione, classificazione e destinazione temporanea e finale dei materiali, nonché di mancato apporto di sedimenti nella dinamica fluviale e costiera.

Considerando che nel corso degli eventi di piena sono trasportati naturalmente quantitativi anche enormi di materiali, una possibile modalità d'intervento a basso impatto ecologico-ambientale è quella dello svasso in coda di piena che permette di restituire gradualmente i sedimenti al corso d'acqua durante fasi in cui il contenuto solido è già naturalmente elevato. Si tratta, cioè di svassi parziali per fluitazione da effettuare al termine dell'evento di piena e precedentemente alle operazioni di svasso totale. Il quantitativo di materiale in uscita durante lo svasso parziale può essere definito monitorando, in diverse condizioni di piena il contenuto solido trasportato naturalmente dal corso d'acqua affluente, come si rileva dallo studio sull'interrimento degli invasi di Fiorenzo Fumanti e Leonello Serva (L'Astrolabio, 2015).

È difficile determinare un costo medio per operazioni di questo tipo a cui vanno aggiunti, come costo privato del concessionario, la perdita di valore di produzione di energia elettrica a causa del fermo per lo svolgimento delle opere di rimozione dei sedimenti. Ed è abbastanza evidente che lo spurgo e la fluitazione, laddove tecnicamente fattibili, hanno costi bassi di realizzazione a fronte però di impatti sull'ecosistema fluviale. Le tecniche di asportazione sono invece più complesse, richiedono tempi lunghi e hanno costi variabili a seconda della natura e la qualità del materiale prelevato. In media si

può avanzare un'ipotesi di un costo di 30 euro per m<sup>3</sup> con una variabilità elevata in basso e in alto per l'eventuale realizzazione di un progetto di disinterramento.

## In calo la capacità reale di invaso delle grandi dighe: da 13,6 a 8,8 mld di m<sup>3</sup>

In considerazione dei due limiti, quello amministrativo e quello fisico, che ovviamente non sono banalmente sommabili ma interagiscono fra di loro, si può stimare che nonostante un volume invasabile pari a 13,652 miliardi di metri cubi e ad un volume autorizzato pari a 11,903, il volume realmente invasato nelle grandi dighe italiane sia oggi valutabile intorno agli 8,852 miliardi di metri cubi di acqua.

La perdita di accumulo di risorsa nelle grandi dighe risulta dunque intorno ai 4 miliardi di metri cubi di acqua.

Se il fabbisogno nazionale di accumulazione attraverso grandi invasi calcolato nella Conferenza di mezzo secolo fa in prospettiva per l'anno 1980 proiettava l'urgenza di stoccaggi nazionali per un valore pari a 17 miliardi di m<sup>3</sup> di acqua, e non si citavano ancora gli effetti dei cambiamenti climatici e le criticità aggiuntive che comportano in termini di disponibilità di acqua e di maggiore richiesta, cinquant'anni dopo, nel pieno degli impatti

del riscaldamento globale e con il ripetersi di periodi siccitosi sempre più prolungati, tale capacità immaginata come realizzabile resta un obiettivo mancato. Ma quel che si evidenzia è la quasi totale assenza della problematica e della programmazione pubblica del settore nonostante le reiterate richieste dai Consorzi di Bonifica alle aziende idriche ai nostri comparti produttivi a partire da quello agricolo e dalle necessità di utilizzo nell'idropotabile.

Le grandi dighe sono l'ennesima dimostrazione di una sottovalutazione clamorosa della problematica di recupero e immagazzinamento di risorsa. Con la conversione in Legge del decreto-legge 16 giugno 2022, n. 68 sono state introdotte misure per il rafforzamento dei presidi di controllo delle dighe, semplificate e aggiornate le procedure prevedendo anche il ricorso alle nuove tecnologie (digitali, sensoristica, etc.), rafforzati i presidi di sicurezza in considerazione dell'evoluzione della normativa tecnica e della normativa ambientale. Di conseguenza, sono state aggiornate le disposizioni del 1994 relative all'emanazione del Regolamento per l'approvazione dei progetti per la costruzione, le attività di controllo sul loro esercizio e la manutenzione delle grandi dighe, considerando in maniera integrata gli iter relativi alle opere di adduzione e derivazione ad esse connesse. Sono state ulteriormente chiarite anche le responsabilità dei tanti enti coinvolti (concessionari, Regioni, Ministeri, ecc.) nelle attività di approvazione dei progetti per la costruzione, le attività di controllo sul loro esercizio e la manutenzione delle grandi dighe, e si attende il Regolamento per il procedimento di approvazione dei nuovi progetti e dei controlli sulla costruzione, l'esercizio e la dismissione delle dighe emanato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, previa intesa con la Conferenza Unificata.

## 26.288 "piccole dighe" con meno di 1 milione di m<sup>3</sup>

Sono 26.288 le nostre piccole dighe con sbarramenti di altezza inferiore a 15 metri oppure con un serbatoio artificiale contenente un volume di acqua inferiore a 1.000.000 di m<sup>3</sup>. Fanno ormai parte a pieno titolo del nostro paesaggio, e la loro percezione è quella di laghi naturali di varia dimensione da sempre incastonati nel nostro ambiente naturale al punto che ci accorgiamo ormai solo della presenza della distesa di acque lacuali, e anche il ruolo di queste infrastrutture nella generazione di energia elettrica è stato sostanzialmente dimenticato.

La prima criticità di questo settore idrico è che se per le grandi dighe l'informazione è completa su livello nazionale, nel caso delle piccole dighe la stima 2021 del loro numero interessa solo 17 regioni, ma solo per 13 di esse l'Ispra ha anche le complete coordinate geografiche (talora solo parziali), le dimensioni e lo stato di esercizio. Il problema di questo gap incomprensibile e non più accettabile? Le competenze. Per le piccole dighe la competenza è attribuita alle singole Regioni, ad eccezione delle province autonome di Trento e Bolzano. In molti casi le Regioni non hanno provveduto alla realizzazione delle banche dati, e non hanno uffici in grado di ottenere e gestire in real time i dati e questo anche per il mancato adeguamento alle normative con opportuni strumenti legislativi. Per le piccole dighe, infatti, le Regioni stanno procedendo con tempi e modalità differenti all'emanazione di leggi e norme per la classificazione degli invasi in categorie (I, II oppure A, B...) e per la definizione del rischio globale connesso. Ci sarebbe urgente bisogno di un coordinamento per una accelerazione.

## Nella siccità 2022 le dighe hanno fatto la differenza: 3 regioni salvate

### SARDEGNA

In Sardegna solo grazie a dighe e invasi con un secolo di vita l'idropotabile e l'agricoltura dell'Isola non hanno sofferto la mancanza di precipitazioni dell'ultima siccità, tra le più dure del secolo, e l'isola non ha dichiarato lo stato di criticità regionale. I 150 anni di investimenti nell'accumulo di risorsa idrica hanno fatto la differenza. La diga Santa Chiara che creò il più grande



Diga di Santa Chiara

bacino artificiale d'Italia, l'Omodeo, ha garantito il crescente bisogno di approvvigionamento idrico. L'intero Novecento ha segnato una massiccia infrastrutturazione per la gestione della risorsa con la piena efficienza delle dighe. Oggi in Sardegna 38 invasi artificiali sono la garanzia per l'agricoltura, l'industria, i servizi, gli acquedotti. Invasi interconnessi permettono di far arrivare la risorsa anche nei territori dove non piove. L'Isola va controcorrente rispetto a molti territori dell'Italia dove spicca l'assenza di sistemi di accumulo. Al 30 giugno, il periodo peggiore della siccità, erano presenti nel sistema degli invasi della Sardegna 1.421 milioni di metri cubi d'acqua, pari a circa il 78% del volume utile di regolazione autorizzato (valori leggermente superiori al giugno 2021 dove il totale del volume invaso era 1400 Mmc e la percentuale di riempimento di 76,79%).

### PIEMONTE

Ciò che ha consentito al Piemonte di fronteggiare la siccità estrema è stato il suo robusto sistema di invasi. Il precoce scioglimento delle nevi ha comunque garantito un accumulo che ha permesso una buona gestione delle riserve idriche. Nei fiumi scorreva molta meno acqua e la portata della rete tra il Tanaro e lo Scrivia aveva un deficit del 52%, così come l'area "Po occidentale" che comprende i corsi d'acqua tra la sorgente e la confluenza con la Dora Baltea che segnava un drammatico deficit del 48%, mentre si registravano temperature superiori di 3,7 gradi rispetto alla media mensile storica.

### TOSCANA

Senza la diga-lago di Montedoglio, in funzione solo dal 1983 che a regime raggiunge i 145 Mm<sup>3</sup> di d'acqua, e senza l'altra



Diga lago di Montedoglio

diga-lago di Bilancino con un volume di invaso di 69 Mm<sup>3</sup> in due terzi della Toscana compresa l'intera area metropolitana di Firenze avremmo visto le autobotti con stati di emergenza storici e una agricoltura in ginocchio. Se non ci fossero state queste grandi opere, avremmo avuto condizioni peggiori rispetto alle grandi siccità del 1985 o del 2017. Il bacino artificiale sul Mugello gestito da Publiacqua, pur registrando una piovosità inferiore del 56% rispetto alla media 2017-2021, è rimasto sostanzialmente pieno con 65 milioni di metri cubi di acqua, il 95% della sua completa capacità che ha permesso anche di gestire il deflusso di acqua nell'Arno.

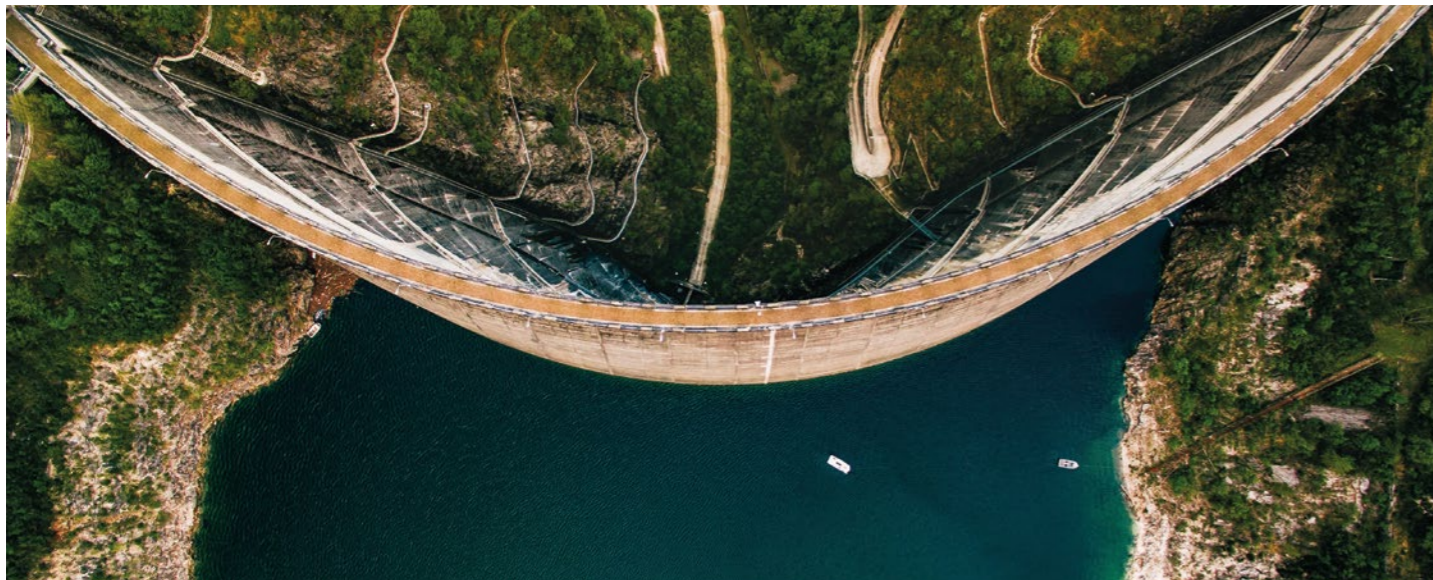
Non a caso sulle aree regionali in difficoltà come la Maremma e la Val di Cornia sono in corso valutazioni sulla necessità di ulteriori grandi invasi.

## Il check up della sicurezza delle nostre grandi dighe

Un primo obiettivo problema è costituito dall'elevata età media delle nostre grandi dighe che risulta di 65 anni, ma per quelle idroelettriche raggiunge i 75 anni, per alcune supera gli 80 e anche i 100, mentre per quelle irrigue, potabili e di laminazione la media è di 50 anni. In relazione all'età delle opere, il mantenimento di un adeguato stato manutentivo con standard di sicurezza è ovviamente fondamentale e le eventuali criticità rilevate causano immediate limitazioni di esercizio con restyling, interventi di manutenzione e di varia tipologia che permettono standard rigorosamente rispettati e sotto controllo.

Le amministrazioni concedenti la risorsa idrica sono, dalla fine degli anni '90, le Regioni e le Province autonome, e a loro spetta vigilare sugli obblighi di concessione. La vigilanza sulla sicurezza e sulle operazioni di controllo spettanti ai concessionari è invece riservata allo Stato centrale ed è stata delegata alla Direzione generale per le dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche (DGDighe) del MIMS, evoluzione della iniziale struttura interna al Ministero dei Lavori Pubblici istituita con la denominazione "Servizio Dighe" dopo il crollo della diga sul torrente Gleno nel 1923 che devastò le valli di Scalve in provincia di Bergamo e la Val Camonica in provincia di Brescia.

La DG-Dighe è articolata in una Direzione generale e 7 uffici territoriali, la vigilanza tecnica sulla sicurezza secondo uno speciale Regolamento, e tale attività prevede l'obbligo di:



La diga di Valvestino sul Lago di Garda - Italia

- › due sopralluoghi ispettivi all'anno per ciascuna diga ed ulteriori per dighe in costruzione o interessate da lavori;
- › esame semestrale di asseverazioni sulla sicurezza e delle misure strumentali di monitoraggio; ogni diga ha un sistema specifico di controlli;
- › tenuta e costante aggiornamento di una speciale posizione d'archivio per ciascuna diga;
- › istruttoria ed approvazione tecnica dei progetti;
- › potere di prescrivere limitazioni all'esercizio del serbatoio;
- › potere di prescrivere l'attuazione di interventi di ripristino, incremento o adeguamento della sicurezza in particolare idrologico-idraulica e sismica e di prescrivere l'effettuazione di studi specifici;
- › collaborazione con gli organi e le amministrazioni di protezione civile per la gestione del rischio residuo.

Il giudizio sulla sicurezza delle "grandi dighe" è conseguentemente aggiornato periodicamente per ciascuna diga in funzione dei risultati dei monitoraggi svolti dai concessionari e in conseguenza delle periodiche visite ispettive. Laddove si ravvisano carenze nelle condizioni di sicurezza sono prescritti indagini e interventi e/o limitazioni temporanee degli invasi. E l'attività di vigilanza tecnica della DGDighe è attualmente svolta da un gruppo di 70 ingegneri e 16 geologi, ed è codificata e sistematica e la normativa di settore realizza un sistema di vigilanza efficace che interagisce con quello dei controlli spettanti a ciascun gestore concessionario.

Alla Direzione non sono assegnate funzioni di stazione appaltante o di soggetto attuatore di interventi, ma compiti in materia di pianificazione e di finanziamento di infrastrutture idriche e di vigilanza sulle opere di derivazione (art.1 D.L. 507/1994 conv. L. 584/1994). Nell'ambito della vigilanza attività di rilievo per la sicurezza sono state promosse negli ultimi anni, sull'intero territorio nazionale, rivalutazioni della sicurezza idrologico-idraulica delle dighe e della loro sicurezza sismica con priorità per le dighe in zona sismica 1 e 2, entrambe a carico dei concessionari. Sulle cause di rischio ambientale cui è sottoposta l'area dove è presente un'opera di sbarramento e un invaso, si individuano potenziali eventi naturali catastrofici (nubifragi, frane e terremoti), si simulano eventi strutturali/artificiali quali il collasso dell'opera o l'apertura degli scarichi. La DG Dighe e il Concessionario, oltre a verifiche programmate, in caso di evento sismico di magnitudo  $\geq 4$ , attivano procedure continue per la verifica delle condizioni di sicurezza delle dighe che ricadono in zona epicentrale o per le quali vengono segnalati danni intercorsi a seguito degli scuotimenti.

Nel "Metodo per la determinazione del rischio potenziale dei piccoli invasi esistenti" proposto dal Dipartimento della Protezione Civile, il fattore globale di rischio R viene ottenuto come prodotto di tre fattori:  $R = A \times B \times C$ , definiti come segue:

- › Fattore A (valutazione di rischio "Ambientale"), valutabile in rapporto a: rischio sismico, rischio frane, rischio di tracimazione, rischio legato alle modalità di esercizio (ciclicità di svuotamento);
- › Fattore B (valutazione di rischio "Strutturale"), valutabile in rapporto a: stato di conservazione della struttura/sicurezza

della struttura, funzionalità della tenuta, qualità della fondazione, funzionalità degli organi di scarico, affidabilità della conduzione;

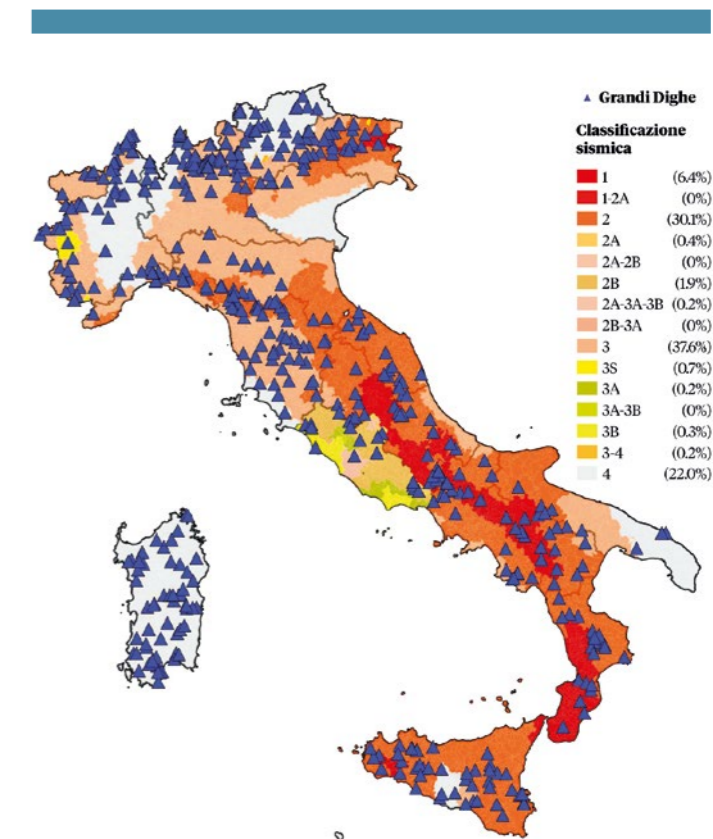
- › Fattore C (valutazione del rischio "Potenziale"), valutabile in rapporto a: densità di edificazione e presenza di insediamenti significativi (per finalità di protezione civile, per quantità di popolazione, per valore).

In alcune regioni, come si rileva dai dati DG-Dighe, sono adottate categorie di rischio legate agli studi idraulici a valle delle dighe, nonché allo stato di manutenzione delle opere e alla vulnerabilità alle frane dell'invaso, ed è stato reso obbligatorio corredare i progetti con documenti di Dam-Break (Provincia di Bolzano), ovvero lo studio in termini di aree di allagamento e di trasporto solido nel caso di collasso.

Tra gli importanti lavori di manutenzione straordinaria sono stati realizzati il ripristino e potenziamento dell'uso idroelettrico della diga di San Giacomo di Fraele in alta Valtellina (A2A), il ripristino della produzione idroelettrica dalla diga dell'Ancipa in Sicilia (Enel Produzione), la riconfigurazione della diga di Beau regard in Val d'Aosta (C.V.A.) al fine di mantenere in esercizio l'utilizzo idroelettrico, interventi per il miglioramento della sicurezza idraulica per le dighe di Barcis e Ponte Racli in Friuli Venezia Giulia, le dighe di Gangheri e Vinchiana in Toscana; interventi di riqualificazione della sicurezza strutturale e sismica per la diga di Pavana in Emilia Romagna al confine con la Toscana, di Ambiesta in Friuli Venezia Giulia, di Trepidò in Calabria; importanti lavori di riqualificazione della sicurezza delle dighe di Pagnona in Lombardia, Melezet in Piemonte, della traversa di Isola Serafini sul Po e della diga di Zolezzi in Liguria; progetti di nuove opere - in itinere a vari livelli - riguardano tre traverse fluviali con utilizzo idroelettrico ad acqua fluente.

Le nostre dighe, dunque, sono tutte costantemente monitorate con disposizioni stabilite dalla DGDighe tramite specifiche procedure per l'esercizio e per la loro manutenzione, e sono soggette da parte dei concessionari a controlli, manutenzioni e interventi di adeguamento/miglioramento con precisi standard tecnici di sicurezza in ottemperanza a rigorose norme intervenute nel tempo. L'attività di vigilanza dello Stato viene attuata per le nuove dighe fin dalla loro localizzazione e progettazione, con l'approvazione in linea tecnica dei progetti, e durante la loro costruzione con la vigilanza nel corso dei lavori, poi durante gli invasi sperimentali e in esercizio dopo uno speciale collaudo tecnico-funzionale, e fino all'eventuale dismissione.

## MAPPA DELLE GRANDI DIGHE IN ITALIA



Fonte Ministero Infrastrutture e dei Trasporti

## La paura della parola "diga"

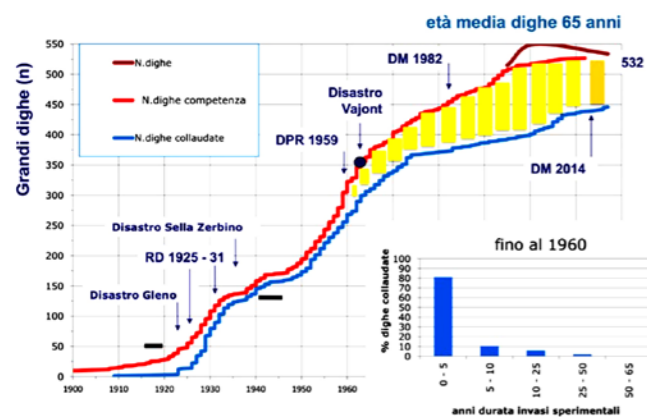
La realizzazione delle grandi dighe è stata molto rallentata dalla "tragedia annunciata" del Vajont, la diga alta ben 255 metri e all'epoca della costruzione lo sbarramento artificiale più grande del mondo, costata 1.910 morti e la cancellazione alle 22.39 del 9 ottobre del 1963 dei paesi dell'intera vallata, da Longarone a Erto, Casso e Castellavazzo. Una catastrofe che ha sconvolto l'Italia e il mondo, ed ha cambiato non solo nell'opinione pubblica ma anche nell'amministrazione dello Stato la percezione delle grandi dighe, da allora ritenute pericolose, con progetti e localizzazioni rimaste nei cassetti. L'ultima diga italiana costruita è stata la diga di Bilancino sul Mugello, inaugurata nell'ottobre del 1999.

Il Vajont è la tragedia che l'Onu inserisce tra i primi 5 peggiori esempi nel mondo di catastrofi provocate dalla mala-gestione del territorio e che si potevano evitare, come monito a tutti i Governi a non ripetere gli stessi errori. L'immensa frana che fece piombare nella diga che sbarrava il torrente Vajont 270 milioni di metri cubi di terra con alberi e massi provocando la mostruosa onda-valanga d'acqua e fango. L'impatto che la diga

si trovò ad assorbire è stato calcolato quasi 10 volte superiore all'impatto massimo prevedibile in fase di esercizio standard. Ma non ci fu il crollo dell'imponente opera ingegneristica per l'acqua e la produzione di energia elettrica alta 261 metri e larga 130, costruita con 360.000 metri cubi di calcestruzzo.

Quella diga era stata incredibilmente costruita nel posto sbagliato, a valle di una grande frana e sotto un massiccio con terreni incoerenti e franosi, facile a sfaldarsi. Ha un nome premonitore: Monte Toc. E la parola Toc, in zona, significa marcio. Il Vajont racconta, insomma, una strage prevedibile, prevista ma, nonostante tutte le evidenze, tenacemente perseguita come una arrogante sfida alla natura, con colpe e colpevoli accertati. Bisogna fare tesoro dei fallimenti alle nostre spalle, di un catalogo di errori e di illegalità, di sottovalutazione dei rischi idrogeologici che hanno prodotto costi umani e sociali e danni economici impressionanti, ma possono essere gestiti e fermati da opere e interventi.

## ETÀ MEDIA DELLE DIGHE



Fonte Fondazione Earth Water Agenda da dati Ministero Infrastrutture e dei Trasporti

## Investire nelle potenzialità di stoccaggio di acqua piovana e fluviale

È possibile ipotizzare che, a fronte degli 8,8 miliardi di disponibilità effettiva, in considerazione della maggiore richiesta per vari usi già oggi evidente e in prospettiva per poter affrontare le criticità climatiche dei prossimi decenni, siano necessari volumi aggiuntivi di almeno 10 miliardi di m<sup>3</sup> di acqua da invasare sia con recuperi di capacità sia con nuovi impianti.

Oggi è ineludibile una nuova programmazione con la realizzazione di sbarramenti con i migliori e più accurati inserimenti territoriali e tecniche costruttive. E anche le fasi di siccità, sempre più precoci e prolungate, devono aprire riflessioni che portino a concreti progetti anche sul fondamentale ruolo di dighe, traverse e invasi e loro derivazioni come serbatoi di accumulo di acqua da distribuire quando e dove essa manca e serve. Tali infrastrutture sono altamente strategiche in termini di valore aggiunto per un Paese come l'Italia. È tempo di rivalutare questa tipologia infrastrutturale e di lanciare un piano nazionale di invasi medio-grandi per il loro ruolo fondamentale:

- › nella mitigazione del rischio idraulico, agendo come bacini di raccolta per regolare e laminare le acque di piena di fiumi e torrenti. Le dighe interagiscono infatti con i territori a valle anche dal punto di vista idraulico. Tale funzione ha fatto perdere agli insediamenti lungo i corsi d'acqua a valle delle grandi dighe la memoria storica dei continui straripamenti e allagamenti, svolgendo naturalmente una funzione protettiva;
- › nel garantire le necessarie forniture di acqua sia nell'ordinario che nella gestione dei periodi di siccità, fornendo un determinante contributo sia per l'uso idropotabile sia per l'uso irriguo;
- › nella produzione di energia elettrica, producendo l'energia più pulita e rinnovabile che esista;
- › dal punto di vista ambientale confermandosi come ecosistemi di pregio sotto il profilo naturalistico, paesaggistico e di fruizione pubblica in un Paese come l'Italia continuamente modificato e "costruito" nei millenni di vicenda umana.

Ma la costruzione di grandi dighe con centrali idroelettriche deve essere favorita superando anche l'attuale incertezza normativa, e anche in materia di concessioni. Le stesse strutture tecnico-amministrative dello Stato e delle Regioni coinvolte individuano oggi gap in:

- › iter autorizzativi troppo complessi e con tempistiche infinite e investimenti ingenti che hanno la necessità di tempi lunghi
- › per essere ammortizzati;
- › mancato coinvolgimento di ogni parte politica sul tema;
- › l'efficienza del sistema di opere esistenti sconta e l'esigenza di importanti interventi di riqualificazione e del completamento delle opere incompiute richiede il massimo impegno delle strutture centrali e periferiche dello Stato;
- › da parte di Regioni e Province autonome concedenti occorre un nuovo approccio con una nuova visione a scala di bacino e di distretto idrografico, avendo piena consapevolezza della urgenza e necessità di nuove infrastrutture prevedendo lo sviluppo di

produzione di energia idroelettrica oltre al ciclo idrico per approvvigionamento potabile irriguo o industriale realizzando vasche di carico o tramite il collegamento di due invasi esistenti e in esercizio posti a quote differenti;

- › concludere la costruzione di infrastrutture in corso di realizzazione e sbloccare e completare le fasi manutentive di bacini idrici oggi sottoutilizzati a causa di limitazioni nei parametri di esercizio, il completamento degli interventi già individuati e favorire lo sblocco di interventi contro l'interrimento può rendere disponibili consistenti volumi idrici;
- › norme stabili e compatibili con le norme costituzionali e della comunità europea per la produzione idroelettrica, strategica per l'economia nazionale;
- › recuperare da interrimenti per almeno 1 miliardo di m<sup>3</sup> di acqua;
- › progettare la realizzazione di nuovi invasi di media-grande dimensione per almeno 2 miliardi di m<sup>3</sup> di acqua e nuovi invasi di piccola dimensione per almeno 2,5 miliardi di m<sup>3</sup>.

## Dighe e invasi: stato dei finanziamenti

La Direzione generale per le Dighe e le Infrastrutture idriche gestisce i programmi di finanziamento del Ministero e l'attuazione degli interventi sulle grandi dighe e sulle reti idriche ed acquedottistiche.

Il Fondo per lo sviluppo e la coesione (FSC) è, con i Fondi strutturali europei, lo strumento finanziario principale. Sono stati definiti una molteplicità di Interventi di manutenzione straordinaria e messa in sicurezza di 100 grandi dighe con utilizzo irriguo o potabile, e con una età media di oltre 60 anni, per un totale di 293,93 milioni di euro per urgenti interventi di incremento o adeguamento della sicurezza.

Con delibera CIPE 12/2018, sono stati stanziati ulteriori 173,995 milioni di euro destinati, in parte, ad integrare le risorse già assegnate agli interventi individuati con delibera CIPE 54/2016, in parte, al finanziamento di nuovi interventi urgenti in incremento delle condizioni di sicurezza ed efficientamento delle grandi dighe. Sono stati assegnati 467,895 milioni di euro per interventi su grandi dighe per un totale complessivo di 144 interventi.

Per la mitigazione dei danni connessi al fenomeno della siccità e per promuovere il potenziamento e l'adeguamento delle infrastrutture idriche, invece, con la legge di bilancio per il 2018 (legge 27 dicembre 2017, n. 205) è stato adottato il "Piano nazionale di interventi nel settore idrico" articolato in una sezione "acquedotti" (affidati alla Autorità per l'energia elettrica, il gas e il sistema idrico ARERA), e in una sezione "invasi" di iniziativa del Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili. Gli interventi della sezione "acquedotti" sono finalizzati al raggiungimento di adeguati livelli di qualità tecnica, al recupero e ampliamento della tenuta e del trasporto della risorsa idrica, anche con riferimento alla capacità di invaso e alla diffusione di strumenti mirati al risparmio di acqua negli usi agricoli, industriali e civili. Gli interventi riguardanti la sezione "invasi" sono finalizzati al completamento di grandi dighe esistenti o incompiute, al recupero e ampliamento della capacità di invaso e di tenuta delle grandi dighe e alla messa in sicurezza di derivazioni idriche prioritarie per rilevanti bacini di utenza in aree sismiche 1 e 2 e ad elevato rischio idrogeologico. Attualmente, il Piano finanzia 87 interventi per complessivi 510 milioni di euro.

Tra le progettazioni in corso, con soggetto attuatore l'Autorità distrettuale di bacino idrografico dell'Appennino Centrale, il sistema di invasi multifunzione previsti sul fiume Paglia per la difesa dell'orvietano, della Maremma e della città di Roma, uno dei primi casi applicativi dell'acquisizione del consenso preventivo delle popolazioni attraverso la procedura del dibattito pubblico in 23 comuni coinvolti di 3 Regioni (Umbria, Toscana, Lazio).



Centrale Idroelettrica Taccanisul Fiume Adda



## APPENDICE. ELENCO DELLE GRANDI DIGHE ITALIA

Diga	Utilizzazione prevalente	Prov.	Regione	Altezza (m) L. 584/94	Volume (mln m³) L. 584/94	Classifica Diga	Anno inizio lavori	Anno fine lavori
<b>Abate Alonia</b>	irriguo	PZ	Basilicata	24,5	22,80	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1952	1957
<b>Acciano</b>	varie	PG	Umbria	26,5	1,71	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1976	1986
<b>Acerenza</b>	irriguo	PZ	Basilicata	55,16	41,81	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1977	1994
<b>Agaro</b>	idroelettrico	VB	Piemonte	57,6	18,75	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1936	1940
<b>Agnel</b>	idroelettrico	TO	Piemonte	18	2,14	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	N.D.	1938
<b>Agrasina</b>	idroelettrico	VB	Piemonte	21,8	0,12	gravità ordinaria in calcestruzzo	1951	1953
<b>Aiano</b>	irriguo	SI	Toscana	21	0,09	terra omogenea	1971	1972
<b>Aja</b>	idroelettrico	TR	Umbria	13,8	5,57	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1955	1957
<b>Alanno</b>	idroelettrico	PE	Abruzzo	16,45	0,57	terra con manto	1928	1930
<b>Alba</b>	idroelettrico	UD	Friuli V. G.	22	0,02	gravità ordinaria in calcestruzzo	1923	1925
<b>Alborelo</b>	idroelettrico	BZ	Trentino A. A.	55,5	3,3	gravità ordinaria in calcestruzzo	1953	1954
<b>Alpe Cavalli</b>	idroelettrico	VB	Piemonte	33	8,5	muratura in pietrame a secco	1922	1926
<b>Alpe Gera</b>	idroelettrico	SO	Lombardia	160	68,1	gravità ordinaria in calcestruzzo	1958	1964
<b>Alpe Larecchio</b>	idroelettrico	VB	Piemonte	33	2,67	gravità ordinaria in calcestruzzo	1937	1938
<b>Altamura</b>	irriguo	BA	Puglia	20,38	1,8	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1981	1993
<b>Alto Mora</b>	idroelettrico	BG	Lombardia	40,1	0,84	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1952	1953
<b>Alto Temo</b>	irriguo	SS	Sardegna	54,1	91,1	gravità a speroni pieni	1971	1984
<b>Alviano</b>	idroelettrico	TR	Umbria	14	10,65	traversa in calcestruzzo	1962	1964
<b>Ambiesta</b>	idroelettrico	UD	Friuli V. G.	57	3,89	cupola	1954	1959
<b>Ancipa</b>	idroelettrico	EN	Sicilia	104,4	30,41	gravità a speroni a vani interni	1949	1953
<b>Arancio</b>	irriguo	AG	Sicilia	42,2	34,8	arco semplice	1949	1951
<b>Arcichiaro</b>	irriguo	CB	Molise	79,26	11,1	pietrame con manto	1984	2001
<b>Ardenno</b>	idroelettrico	SO	Lombardia	9	1,13	traversa in calcestruzzo	1959	1962
<b>Ariamacina</b>	idroelettrico	CS	Calabria	9,7	1,86	gravità ordinaria in calcestruzzo	1958	1960
<b>Assemini</b>	irriguo	CA	Sardegna	20,5	0,2	gravità ordinaria in calcestruzzo	N.D.	1957
<b>Astrone - Chianciano</b>	potabile	SI	Toscana	28	0,65	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1961	1963
<b>Badia D'ombrone</b>	irriguo	SI	Toscana	20,7	0,07	terra omogenea	1960	1961
<b>Ballano</b>	idroelettrico	PR	Emilia Romagna	20	1,27	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1907	1908
<b>Barcis</b>	idroelettrico	PN	Friuli V. G.	48,75	13,59	cupola	1952	1955
<b>Bardello</b>	-	VA	Lombardia	2,9	22,37	traversa in calcestruzzo	1927	1931
<b>Barrea</b>	idroelettrico	AQ	Abruzzo	33,6	24,3	cupola	1950	1951
<b>Bastia</b>	idroelettrico	BL	Veneto	10,7	40	terra omogenea	1926	1929
<b>Bau Mandara</b>	idroelettrico	NU	Sardegna	19,25	0,31	cupola	1942	1949
<b>Bau Mela</b>	idroelettrico	NU	Sardegna	25,5	0,24	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1942	1948
<b>Bau Muggerris</b>	idroelettrico	NU	Sardegna	58,7	61,44	gravità a speroni a vani interni	1948	1949



Diga	Utilizzazione prevalente	Prov.	Regione	Altezza (m) L. 584/94	Volume (mln m <sup>3</sup> ) L. 584/94	Classifica Diga	Anno inizio lavori	Anno fine lavori
<b>Bau pressiu</b>	potabile	ND	Sardegna	52,9	8,5	gravità a speroni pieni	1968	1972
<b>Beauregard</b>	idroelettrico	AO	Valle d'Aosta	55	5,56	arco gravità	1950	1960
<b>Benzone</b>	idroelettrico	NU	Sardegna	18,8	1,39	gravità ordinaria in calcestruzzo	1962	1962
<b>Bidighinzu</b>	potabile	SS	Sardegna	40,2	12,55	gravità ordinaria in calcestruzzo	1952	1959
<b>Bilancino</b>	potabile	FI	Toscana	41,78	69	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1984	1995
<b>Bomba</b>	idroelettrico	CH	Abruzzo	57,5	83,3	terra e/o pietrame con nucleo inclinato	1955	1960
<b>Borgiano</b>	idroelettrico	MC	Marche	26,4	5,05	gravità ordinaria in calcestruzzo	1953	1955
<b>Bosa</b>	laminazione	OR	Sardegna	57	28,85	arco gravità	1956	1979
<b>Boscarone</b>	irriguo	FI	Toscana	18	0,05	terra omogenea	1960	1961
<b>Boschi</b>	idroelettrico	PC	Emilia Romagna	34	0,5	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1928	1930
<b>Brugneto</b>	potabile	GE	Liguria	77,5	25,13	gravità a speroni pieni	1956	1960
<b>Bunnari alta</b>	potabile	SS	Sardegna	27,6	1,2	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1930	1932
<b>Bunnari bassa</b>	potabile	SS	Sardegna	27,5	0,45	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1874	1879
<b>Busa</b>	idroelettrico	TN	Trentino A. A.	25,5	0,27	arco semplice	1957	1958
<b>Busalletta</b>	potabile	GE	Liguria	49,15	4,58	gravità ordinaria in calcestruzzo	1971	1976
<b>Busin</b>	idroelettrico	VB	Piemonte	21	4,5	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1921	1923
<b>Ca' selva</b>	idroelettrico	PN	Friuli V. G.	99	42	arco gravità	1960	1963
<b>Ca' zul</b>	idroelettrico	PN	Friuli V. G.	68	9,8	cupola	1962	1965
<b>Calcione</b>	irriguo	AR	Toscana	25,1	3,96	terra omogenea	1965	1969
<b>Calvanella</b>	potabile	FI	Toscana	23,9	0,32	gravità ordinaria in calcestruzzo	1958	1962
<b>Camastra</b>	irriguo	PZ	Basilicata	54,1	23,7	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1962	1968
<b>Cameli</b>	irriguo	CS	Calabria	118,6	102	gravità ordinaria in calcestruzzo	2003	2003
<b>Campelli</b>	idroelettrico	BG	Lombardia	25	0,87	cupola	1959	1962
<b>Campliccioli</b>	idroelettrico	VB	Piemonte	70,9	8,94	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1924	1928
<b>Campo moro (i)</b>	idroelettrico	SO	Lombardia	81,5	10,75	gravità ordinaria in calcestruzzo	1955	1959
<b>Campomoro (ii)</b>	idroelettrico	SO	Lombardia	35,6		muratura in pietrame a secco	1955	1959
<b>Campo tartano</b>	idroelettrico	SO	Lombardia	59,15	1,28	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1925	1929
<b>Campolattaro</b>	irriguo	BN	Campania	49,4	125	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1981	1993
<b>Camposecco</b>	idroelettrico	VB	Piemonte	26,5	5,65	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1925	1930
<b>Cancano</b>	idroelettrico	SO	Lombardia	125,5	124,1	arco gravità	1954	1956
<b>Cannamasca</b>	irriguo	AG	Sicilia	26	1,9	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1990	1990
<b>Cantoniera</b>	irriguo	OR	Sardegna	93,25	748,2	gravità a speroni pieni	1982	1996
<b>Caprera</b>	potabile	SS	Sardegna	16,7	0,04	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	N.D.	1916
<b>Cardenello</b>	idroelettrico	SO	Lombardia	72,69	32,56	gravità ordinaria in calcestruzzo	1927	1932
<b>Careser</b>	idroelettrico	TN	Trentino A. A.	57,9	15,58	gravità ordinaria in calcestruzzo	1929	1934

Diga	Utilizzazione prevalente	Prov.	Regione	Altezza (m) L. 584/94	Volume (mln m <sup>3</sup> ) L. 584/94	Classifica Diga	Anno inizio lavori	Anno fine lavori
<b>Carmine</b>	irriguo	SA	Campania	46,4	3,03	terra e/o pietrame con nucleo inclinato	1974	1982
<b>Carona</b>	idroelettrico	BG	Lombardia	26	0,5	gravità ordinaria in calcestruzzo	1926	1931
<b>Carru segau</b>	irriguo	ND	Sardegna	20	-	pietrame con manto	1961	1990
<b>Casalone</b>	varie	FI	Toscana	22	0,16	terra omogenea	1959	1961
<b>Casanuova</b>	irriguo	PG	Umbria	74	200	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1981	1994
<b>Casoli</b>	idroelettrico	CH	Abruzzo	47	21	gravità a speroni pieni	1955	1958
<b>Cassiglio</b>	idroelettrico	BG	Lombardia	19,3	0,08	gravità ordinaria in calcestruzzo	N.D.	1953
<b>Castagnara-Metr.</b>	irriguo	RC	Calabria	95,5	27,24	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1981	1994
<b>Castel giubileo</b>	idroelettrico	RM	Lazio	15,5	26	traversa in calcestruzzo	1947	1951
<b>Castel s. Vincenzo</b>	idroelettrico	IS	Molise	32	5,6	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1955	1958
<b>Casteldoria</b>	idroelettrico	SS	Sardegna	26,6	8,03	gravità ordinaria in calcestruzzo	1949	1963
<b>Castelfalfi</b>	irriguo	FI	Toscana	15,5	0,35	terra omogenea	1968	1970
<b>Castello</b>	irriguo	AG	Sicilia	49,5	21	pietrame con manto	1976	1982
<b>Castello</b>	idroelettrico	CN	Piemonte	70	11,42	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1936	1942
<b>Castreccioni</b>	irriguo	MC	Marche	63,4	42	gravità ordinaria in calcestruzzo	1981	1988
<b>Cavia</b>	idroelettrico	BL	Veneto	24,3	2,5	gravità ordinaria in calcestruzzo	1942	1948
<b>Cecita</b>	idroelettrico	CS	Calabria	50	108,22	arco gravità	1950	1951
<b>Ceppo morelli</b>	idroelettrico	VB	Piemonte	39	0,47	arco semplice	1929	1931
<b>Ceresole R. Mag.</b>	idroelettrico	TO	Piemonte	51	34	gravità ordinaria in calcestruzzo	1925	1930
<b>Ceresole R. Min.</b>	idroelettrico	TO	Piemonte	17	-	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1925	1930
<b>Cerventosa</b>	potabile	AR	Toscana	29	0,13	pietrame con manto	1956	1961
<b>Cesima</b>	idroelettrico	IS	Molise	45,4	6,23	pietrame con manto	1981	1987
<b>Chabrière</b>	idroelettrico	TO	Piemonte	19,27	0,02	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	N.D.	1926
<b>Chiauci</b>	irriguo	IS	Molise	78	16,7	pietrame con manto	1985	2012
<b>Chiocchio</b>	varie	FI	Toscana	18,4	0,03	terra omogenea	N.D.	1965
<b>Chiotas</b>	idroelettrico	CN	Piemonte	120	30,18	arco gravità	1970	1981
<b>Cignana (i)</b>	idroelettrico	AO	Valle d'Aosta	55,5	16,16	gravità ordinaria in calcestruzzo	1925	1928
<b>Cignana (ii)</b>	idroelettrico	AO	Valle d'Aosta	16	-	pietrame con manto	1925	1928
<b>Cillarese</b>	industriale	BR	Puglia	18,5	4,1	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1973	1980
<b>Cimia</b>	irriguo	CL	Sicilia	39	10	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1975	1980
<b>Codelago</b>	idroelettrico	VB	Piemonte	24,5	16,01	pietrame con manto	1908	1921
<b>Colle laura</b>	idroelettrico	CN	Piemonte	22,25	-	gravità ordinaria in calcestruzzo	1970	1981
<b>Collechiavico</b>	idroelettrico	FR	Lazio	19,21	0,07	pietrame con manto	1953	1954
<b>Collemezzo</b>	idroelettrico	FR	Lazio	21,7	0,63	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1925	1928
<b>Colombara</b>	idroelettrico	AP	Marche	19,72	0,5	gravità ordinaria in calcestruzzo	1953	1955

Diga	Utilizzazione prevalente	Prov.	Regione	Altezza (m) L. 584/94	Volume (mln m³) L. 584/94	Classifica Diga	Anno inizio lavori	Anno fine lavori
<b>Combamala</b>	idroelettrico	CN	Piemonte	35	0,4	solette sostenute da contrafforti	1915	1916
<b>Comelico</b>	idroelettrico	BL	Veneto	44,5	1,22	cupola	1929	1931
<b>Comunanza</b>	irriguo	AP	Marche	71	13,65	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1977	1983
<b>Comunelli</b>	irriguo	CL	Sicilia	29	7,8	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1961	1968
<b>Conca</b>	potabile	RN	Emilia Romagna	9,2	2,2	traversa in calcestruzzo	1971	1973
<b>Contrada sabetta</b>	idroelettrico	SA	Campania	26	0,74	pietrame con manto	1957	1959
<b>Conza</b>	irriguo	AV	Campania	34,65	74	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1974	1992
<b>Corbara</b>	idroelettrico	TR	Umbria	52	192	gravità a speroni pieni	1959	1963
<b>Corfino</b>	idroelettrico	LU	Toscana	37	0,74	arco semplice	1913	1914
<b>Corlo</b>	idroelettrico	BL	Veneto	71	48,8	cupola	1951	1954
<b>Corongiu 2</b>	potabile	CA	Sardegna	19,5	0,44	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	N.D.	1926
<b>Corongiu 3</b>	potabile	CA	Sardegna	41	4,3	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	N.D.	1927
<b>Costabrunella</b>	idroelettrico	TN	Trentino A. A.	21,86	2,4	gravità ordinaria in calcestruzzo	1941	1942
<b>Costaccia</b>	irriguo	SI	Toscana	18,2	0,15	terra omogenea	1967	1970
<b>Creva</b>	idroelettrico	VA	Lombardia	27	0,99	gravità ordinaria in calcestruzzo	1927	1929
<b>Crosiis</b>	idroelettrico	UD	Friuli V. G.	36	0,02	arco gravità	1898	1901
<b>Crostolo</b>	laminazione	RE	Emilia romagna	I.A.	I.A.	traversa in calcestruzzo	N.D.	1993
<b>Cuba</b>	nessun utilizzo	EN	Sicilia	16	0,4	terra omogenea	N.D.	1960
<b>Cucchinadorza</b>	idroelettrico	NU	Sardegna	45,5	18,8	gravità ordinaria in calcestruzzo	1961	1962
<b>Cuga</b>	irriguo	SS	Sardegna	45,4	34,92	pietrame con manto	1956	1974
<b>Cumbidanovu</b>	irriguo	NU	Sardegna	59,73	11,2	gravità ordinaria in calcestruzzo	2007	2007
<b>Dazarè</b>	idroelettrico	BS	Lombardia	19,25	0,09	arco semplice	1959	1959
<b>Disueri</b>	irriguo	CL	Sicilia	55,6	23,6	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1981	1997
<b>Don sturzo</b>	irriguo	EN	Sicilia	48	110,1	terra e/o pietrame con nucleo inclinato	1961	1973
<b>Donegani</b>	potabile	ND	Sardegna	28	0,31	gravità ordinaria in calcestruzzo	N.D.	1951
<b>Drove di Cepp.</b>	potabile	SI	Toscana	25,17	0,52	terra omogenea	1961	1962
<b>Elvella</b>	irriguo	VT	Lazio	31,11	4,5	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1967	1972
<b>Fabbrica</b>	irriguo	SA	Campania	25,4	1,15	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1981	1983
<b>Fanaco</b>	potabile	PA	Sicilia	66,1	20,7	blocchi di calcestruzzo	1951	1956
<b>Farneto del Princ.</b>	irriguo	CS	Calabria	27,7	38,85	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1972	1989
<b>Fedaia</b>	idroelettrico	TN	Trentino A. A.	63,9	16,7	gravità a speroni pieni	1952	1955
<b>Fedio</b>	idroelettrico	CN	Piemonte	21	0,08	gravità ordinaria in calcestruzzo	1951	1954
<b>Fiastrone</b>	idroelettrico	MC	Marche	81,5	21,7	arco gravità	1950	1954
<b>Figoì</b>	nessun utilizzo	GE	Liguria	19	0,03	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	N.D.	N.D.
<b>Fiumara grande</b>	industriale	SR	Sicilia	17,5	0,16	gravità ordinaria in calcestruzzo	1970	1970

Diga	Utilizzazione prevalente	Prov.	Regione	Altezza (m) L. 584/94	Volume (mln m³) L. 584/94	Classifica Diga	Anno inizio lavori	Anno fine lavori
<b>Flumineddu</b>	irriguo	NU	Sardegna	40,3	1,94	gravità ordinaria in calcestruzzo	1976	1984
<b>Fontana Bianca N.</b>	idroelettrico	BZ	Trentino A. A.	20,5	1,48	terra e/o pietrame con nucleo inclinato	1957	1959
<b>Fontana Bianca S.</b>	idroelettrico	BZ	Trentino A. A.	13,8	-	terra e/o pietrame con nucleo inclinato	1957	1959
<b>Fontanaluccia</b>	idroelettrico	MO	Emilia romagna	40	2,7	volte sostenute da contrafforti	1925	1928
<b>Forcoletta</b>	idroelettrico	VB	Piemonte	11,76	-	terra con manto	1908	1921
<b>Forte buso</b>	idroelettrico	TN	Trentino A. A.	105	32,1	arco gravità	1950	1952
<b>Fortezza</b>	idroelettrico	BZ	Trentino A. A.	61,8	3,35	cupola	1939	1940
<b>Fossatella</b>	laminazione	IS	Molise	31	11,95	pietrame con manto	1997	1997
<b>Fosso del prete</b>	irriguo	RM	Lazio	21	0,46	terra omogenea	1958	1959
<b>Frera</b>	idroelettrico	SO	Lombardia	138	50,1	arco gravità	1955	1959
<b>Furlo</b>	idroelettrico	PS	Marche	44,7	1,68	arco gravità	1920	1922
<b>Furore</b>	irriguo	AG	Sicilia	50,54	7	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1977	1997
<b>Fusino</b>	industriale	SO	Lombardia	58,45	0,18	arco gravità	1919	1924
<b>Galano</b>	nessun utilizzo	GE	Liguria	20	0,03	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	N.D.	N.D.
<b>Gallo</b>	idroelettrico	CE	Campania	19,3	8,55	gravità ordinaria in calcestruzzo	1963	1965
<b>Gammauta</b>	idroelettrico	PA	Sicilia	30,1	0,84	gravità ordinaria in calcestruzzo	1937	1938
<b>Ganda</b>	idroelettrico	SO	Lombardia	25,2	0,07	arco semplice	1947	1947
<b>Gangheri</b>	idroelettrico	LU	Toscana	40	0,87	arco semplice	1915	1921
<b>Gannano</b>	irriguo	MT	Basilicata	18,6	2,76	traversa in calcestruzzo	1948	1959
<b>Garcia</b>	irriguo	PA	Sicilia	45	80	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1976	1984
<b>Genna is abis</b>	irriguo	CA	Sardegna	24	25,41	gravità ordinaria in calcestruzzo	1980	1992
<b>Genzano</b>	irriguo	PZ	Basilicata	70	52,4	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1977	1994
<b>Gerosa</b>	idroelettrico	FM	Marche	17,75	0,08	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1922	1927
<b>Giacopiane</b>	idroelettrico	GE	Liguria	44,5	4,81	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1924	1926
<b>Giaredo</b>	idroelettrico	MS	Toscana	25,6	0,13	arco semplice	1940	1941
<b>Gibbesi</b>	irriguo	AG	Sicilia	30	11,4	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1978	2000
<b>Gigliara monte</b>	nessun utilizzo	CZ	Calabria	22,07	0,11	terra omogenea	1962	1965
<b>Gioveretto</b>	idroelettrico	BZ	Trentino A. A.	81,4	19,98	gravità a speroni pieni	1950	1956
<b>Giudea a gelo</b>	potabile	PT	Toscana	31,8	0,85	terra omogenea	N.D.	1970
<b>Gorge di susa</b>	idroelettrico	TO	Piemonte	30,75	0,47	arco gravità	1999	2004
<b>Govossai</b>	potabile	NU	Sardegna	33,12	3,06	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1948	1955
<b>Gramolazzo</b>	idroelettrico	LU	Toscana	34	3,8	gravità ordinaria in calcestruzzo	1950	1952
<b>Grottacampanaro</b>	idroelettrico	FR	Lazio	40	0,39	cupola	1952	1954
<b>Guadalami Monte</b>	idroelettrico	PA	Sicilia	18,85	-	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1958	1960
<b>Guadalami Valle</b>	idroelettrico	PA	Sicilia	28,85	1,04	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1958	1960

Diga	Utilizzazione prevalente	Prov.	Regione	Altezza (m) L. 584/94	Volume (mln m <sup>3</sup> ) L. 584/94	Classifica Diga	Anno inizio lavori	Anno fine lavori
<b>Gurzia</b>	idroelettrico	TO	Piemonte	50	1,26	arco semplice	1922	1926
<b>Gusana</b>	idroelettrico	NU	Sardegna	81,5	60,25	cupola	1959	1961
<b>Il Monte</b>	irriguo	FI	Toscana	20,5	0,19	terra omogenea	1960	1970
<b>Ingagna</b>	irriguo	BI	Piemonte	54,2	7	gravità ordinaria in calcestruzzo	1979	1991
<b>Is Barrocos</b>	potabile	ND	Sardegna	35	12,24	gravità ordinaria in calcestruzzo	1985	1991
<b>Isola Santa</b>	idroelettrico	LU	Toscana	38	0,79	gravità ordinaria in calcestruzzo	1948	1950
<b>Isola Serafini</b>	idroelettrico	PC	Emilia Romagna	26,5	19	traversa in calcestruzzo	1958	1962
<b>Isolato</b>	idroelettrico	SO	Lombardia	34,6	1,76	cupola	1949	1953
<b>Knepass</b>	idroelettrico	BZ	Trentino A. A.	21,2	0,45	traversa in calcestruzzo	1987	1991
<b>La Lima</b>	idroelettrico	PT	Toscana	18	0,06	gravità ordinaria in calcestruzzo	1930	1935
<b>La Maddalena</b>	potabile	SS	Sardegna	20,5	0,55	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1931	1934
<b>La Morica</b>	idroelettrico	TR	Umbria	16	0,48	traversa in calcestruzzo	1937	1938
<b>La Penna</b>	idroelettrico	AR	Toscana	30	16	gravità ordinaria in calcestruzzo	1955	1956
<b>La Spina</b>	nessun utilizzo	TO	Piemonte	20,2	1,06	terra omogenea	N.D.	1830
<b>La Stua</b>	idroelettrico	BL	Veneto	54,3	3,5	gravità ordinaria in calcestruzzo	1952	1953
<b>Laghetto Gorgo</b>	irriguo	AG	Sicilia	10,87	3,05	terra omogenea	1956	1972
<b>Laghi Gemelli</b>	idroelettrico	BG	Lombardia	36	6,99	gravità ordinaria in calcestruzzo	1925	1932
<b>Lago Aviasco</b>	idroelettrico	BG	Lombardia	16	0,45	muratura in pietrame a secco	1922	1923
<b>Lago Badana</b>	potabile	AL	Piemonte	51,75	4,66	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1907	1914
<b>Lago Baitone</b>	idroelettrico	BS	Lombardia	37,9	10,65	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1927	1930
<b>Lago Benedetto</b>	idroelettrico	BS	Lombardia	31	6,96	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1937	1940
<b>Lago Cernello</b>	idroelettrico	BG	Lombardia	21	0,24	muratura in pietrame a secco	1924	1926
<b>Lago Cingino</b>	idroelettrico	VB	Piemonte	46	4,11	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1927	1930
<b>Lago Colombo</b>	idroelettrico	BG	Lombardia	32	2,55	gravità ordinaria in calcestruzzo	1924	1929
<b>Lago D'arno</b>	idroelettrico	BS	Lombardia	36,85	22,8	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1910	1927
<b>Lago D'avino</b>	idroelettrico	VB	Piemonte	19,55	5	pietrame con manto	1911	1913
<b>Lago D'avio</b>	idroelettrico	BS	Lombardia	39,55	12,38	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1922	1929
<b>Lago Del Diavolo</b>	idroelettrico	BG	Lombardia	25,5	2,56	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1929	1933
<b>Lago Delio Nord</b>	idroelettrico	VA	Lombardia	26,6	-	gravità ordinaria in calcestruzzo	1969	1973
<b>Lago Delio Sud</b>	idroelettrico	VA	Lombardia	31,5	7,9	gravità ordinaria in calcestruzzo	1969	1973
<b>Lago Della Mutta</b>	idroelettrico	BZ	Trentino A. A.	6,6	1,58	traversa in calcestruzzo	1960	1960
<b>Lago Della Rossa</b>	idroelettrico	TO	Piemonte	24	8,57	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1929	1932
<b>Lago Della Vacca</b>	idroelettrico	BS	Lombardia	17,5	2,45	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1925	1927
<b>Lago Delle Piazze</b>	idroelettrico	TN	Trentino A. A.	12,5	3,75	muratura in pietrame a secco	1925	1926
<b>Lago Di Lova</b>	idroelettrico	BS	Lombardia	18	0,46	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1930	1935

Diga	Utilizzazione prevalente	Prov.	Regione	Altezza (m) L. 584/94	Volume (mln m <sup>3</sup> ) L. 584/94	Classifica Diga	Anno inizio lavori	Anno fine lavori
<b>Lago Di Mezzo</b>	idroelettrico	SO	Lombardia	28,3	0,49	gravità ordinaria in calcestruzzo	1929	1930
<b>Lago Di Trona</b>	idroelettrico	SO	Lombardia	53	5,35	gravità a speroni a vani interni	1939	1942
<b>Lago D'idro</b>	idroelettrico	BS	Lombardia	8,02	33,5	traversa in calcestruzzo	1929	1930
<b>Lago D'orta</b>	idroelettrico	VB	Piemonte	1,1	19,89	traversa in muratura di pietrame con malta	1885	1890
<b>Lago Eugio</b>	idroelettrico	TO	Piemonte	48,5	-	gravità a speroni pieni	1956	1959
<b>Lago Eugio 2</b>	idroelettrico	TO	Piemonte	17,2	-	gravità ordinaria in calcestruzzo	1956	1959
<b>Lago Fabio</b>	irriguo	GR	Toscana	18	0,42	terra omogenea	N.D.	1931
<b>Lago Fregaborgia</b>	idroelettrico	BG	Lombardia	60	4,68	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1949	1953
<b>Lago Gabiet Nord</b>	idroelettrico	AO	Valle D'aosta	10,7	-	terra omogenea	1919	1922
<b>Lago Gabiet Sud</b>	idroelettrico	AO	Valle D'aosta	43,82	4,02	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1919	1922
<b>Lago Goillet</b>	idroelettrico	AO	Valle D'aosta	38,6	11,19	gravità ordinaria in calcestruzzo	1939	1947
<b>Lago Inferno</b>	idroelettrico	SO	Lombardia	37	4,17	gravità a speroni a vani interni	1941	1944
<b>Lago Lavezze</b>	potabile	GE	Liguria	38	3,26	gravità a speroni pieni	1880	1883
<b>Lago Lungo</b>	potabile	GE	Liguria	39,25	4,67	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1887	1891
<b>Lago Marcio</b>	idroelettrico	BG	Lombardia	18	0,85	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1923	1925
<b>Lago Matese</b>	idroelettrico	CE	Campania	6,5	14,4	terra omogenea	1922	1924
<b>Lago Nero</b>	idroelettrico	BG	Lombardia	38	3,48	gravità ordinaria in calcestruzzo	1924	1929
<b>Lago Pescegallo</b>	idroelettrico	SO	Lombardia	21,25	1,1	gravità ordinaria in calcestruzzo	1948	1949
<b>Lago Publino</b>	idroelettrico	SO	Lombardia	41	5,18	arco gravità	1949	1952
<b>Lago Pusiano</b>	varie	CO	Lombardia	2,64	13,2	terra omogenea		1811
<b>Lago Salarno</b>	idroelettrico	BS	Lombardia	38,4	11,34	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1919	1928
<b>Lago Sardegnana</b>	idroelettrico	BG	Lombardia	37	2,3	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1921	1930
<b>Lago Truzzo</b>	idroelettrico	SO	Lombardia	29,5	14	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1924	1928
<b>Lago Valdifratì</b>	idroelettrico	BG	Lombardia	18,07	0,25	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1930	1948
<b>Lago Venina</b>	idroelettrico	SO	Lombardia	44,5	11,19	volte sostenute da contrafforti	N.D.	1942
<b>Lago Verde</b>	idroelettrico	BZ	Trentino A. A.	86,5	7,2	pietrame con manto	1959	1967
<b>Lago Verde</b>	idroelettrico	PR	Emilia Romagna	26,5	2,15	muratura in pietrame a secco	1907	1932
<b>Lavagnina Inf.</b>	idroelettrico	AL	Piemonte	34,76	2,5	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1911	1917
<b>Le Grazie</b>	idroelettrico	MC	Marche	17,5	1,77	traversa in calcestruzzo	1960	1963
<b>Licodia Eubea</b>	industriale	CT	Sicilia	61	20,1	gravità ordinaria in calcestruzzo	1961	1962
<b>Ligonchio</b>	idroelettrico	RE	Emilia Romagna	19,18	0,14	terra con manto	1920	1922
<b>Liscia</b>	potabile	SS	Sardegna	65	105,13	gravità a speroni a vani interni	1958	1962
<b>Lomellina</b>	irriguo	AL	Piemonte	19,9	0,25	gravità a speroni pieni	N.D.	1910
<b>Lumiei</b>	idroelettrico	UD	Friuli V. G.	128	-	cupola	1941	1947
<b>Maccheronis</b>	irriguo	NU	Sardegna	31	27,8	gravità ordinaria in calcestruzzo	1956	1960

Diga	Utilizzazione prevalente	Prov.	Regione	Altezza (m) L. 584/94	Volume (mln m <sup>3</sup> ) L. 584/94	Classifica Diga	Anno inizio lavori	Anno fine lavori
<b>Macchioni</b>	irriguo	AV	Campania	31,3	0,52	terra con manto	1985	1998
<b>Macine</b>	irriguo	LI	Toscana	24	0,3	terra omogenea	1960	1962
<b>Madesimo</b>	idroelettrico	SO	Lombardia	17,5	0,16	gravità ordinaria in calcestruzzo	1960	1964
<b>Madonna delle M.</b>	irriguo	VT	Lazio	29,5	1,73	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1968	1975
<b>Malciaussia</b>	idroelettrico	TO	Piemonte	29	1,18	arco semplice	1932	1933
<b>Malga Bissina</b>	idroelettrico	TN	Trentino A. A.	81	61	gravità a speroni a vani interni	1955	1957
<b>Malga Boazzo</b>	idroelettrico	TN	Trentino A. A.	53,5	12,26	gravità a speroni a vani interni	1953	1956
<b>Mamone-Alaco</b>	potabile	CZ	Calabria	46,35	31,38	gravità ordinaria in calcestruzzo	1985	2002
<b>Marana c.</b>	irriguo	FG	Puglia	49,33	49,32	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1968	1976
<b>Marchesa</b>	irriguo	PA	Sicilia	17,1	0,35	terra omogenea	1978	1979
<b>Maria Al Lago</b>	idroelettrico	TN	Trentino A. A.	17,5	-	terra con manto	1952	1955
<b>Marmore</b>	idroelettrico	TR	Umbria	8,5	761	traversa in calcestruzzo	N.D.	1965
<b>Marroggia</b>	irriguo	PG	Umbria	40,5	6,26	gravità ordinaria in calcestruzzo	1958	1962
<b>Marsico Nuovo</b>	irriguo	PZ	Basilicata	68,2	5,36	pietrame con manto	1983	1996
<b>Marsiliana</b>	irriguo	GR	Toscana	18,44	0,14	terra omogenea	1970	1970
<b>Masseria M.</b>	idroelettrico	PZ	Basilicata	32,1	12,58	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1967	1975
<b>Mazzè Canavese</b>	irriguo	TO	Piemonte	7,4	3	traversa in calcestruzzo	N.D.	1928
<b>Medau Aingiu</b>	potabile	CA	Sardegna	24,06	0,24	gravità ordinaria in calcestruzzo	2015	2015
<b>Medau Zirimilis</b>	irriguo	ND	Sardegna	52	17,2	pietrame con manto	1981	1990
<b>Melezet</b>	idroelettrico	TO	Piemonte	15,8	0,04	gravità ordinaria in calcestruzzo	1920	1921
<b>Menta</b>	potabile	RC	Calabria	86,85	18,08	pietrame con manto	1985	2000
<b>Mercatale</b>	irriguo	PS	Marche	26,1	5,92	gravità ordinaria in calcestruzzo	1958	1962
<b>Migliarite</b>	idroelettrico	KR	Calabria	33,5	0,36	gravità ordinaria in calcestruzzo	1973	1977
<b>Mignano</b>	irriguo	PC	Emilia Romagna	51	13,6	gravità ordinaria in calcestruzzo	2006	N.D.
<b>Migneto</b>	potabile	FI	Toscana	21	0,18	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1972	1974
<b>Minghetti</b>	industriale	NU	Sardegna	25	0,08	gravità ordinaria in calcestruzzo	N.D.	1964
<b>Miorina</b>	irriguo	VA	Lombardia	79	580	traversa in calcestruzzo	1938	1942
<b>Mis</b>	idroelettrico	BL	Veneto	71	36,7	cupola	1959	1962
<b>Mogoro</b>	laminazione	OR	Sardegna	21,5	10,5	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	N.D.	1933
<b>Molato</b>	irriguo	PC	Emilia Romagna	52,6	8,27	volte sostenute da contrafforti	1996	2005
<b>Moledana</b>	idroelettrico	SO	Lombardia	37,3	0,1	arco semplice	1935	1936
<b>Mollaro</b>	idroelettrico	TN	Trentino A. A.	36,6	2,15	gravità ordinaria in calcestruzzo	1926	1930
<b>Monaciano</b>	irriguo	SI	Toscana	18,5	0,25	terra omogenea	1959	1960
<b>Mondaino</b>	varie	RN	Emilia Romagna	25,6	0,05	terra omogenea	1962	1970
<b>Monguelfo</b>	idroelettrico	BZ	Trentino A. A.	35	6,1	cupola	1957	1958

Diga	Utilizzazione prevalente	Prov.	Regione	Altezza (m) L. 584/94	Volume (mln m <sup>3</sup> ) L. 584/94	Classifica Diga	Anno inizio lavori	Anno fine lavori
<b>Montagna S. 1</b>	idroelettrico	AQ	Abruzzo	71	9,05	cupola	1954	1958
<b>Montagna S. 2</b>	idroelettrico	AQ	Abruzzo	14,4	-	gravità a speroni pieni	1954	1958
<b>Montagna S. 2</b>	idroelettrico	AQ	Abruzzo	16,45	-	pietrame con manto	1954	1958
<b>Monte Cavallaro</b>	idroelettrico	SR	Sicilia	31,5	5,68	terra con manto	1981	1988
<b>Monte Cotugno</b>	irriguo	PZ	Basilicata	65,5	482	terra con manto	1972	1983
<b>Monte Marello</b>	irriguo	VV	Calabria	28,8	21	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1960	1966
<b>Monte Melillo</b>	irriguo	BT	Puglia	54,1	118,49	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1980	1991
<b>Monte Pranu</b>	irriguo	ND	Sardegna	33,05	50	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	N.D.	1955
<b>Monte Su Rei</b>	irriguo	ND	Sardegna	94	332	arco gravità	1951	1958
<b>Montedoglio</b>	irriguo	AR	Toscana	54,5	153	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1977	1993
<b>Monteponi</b>	irriguo	ND	Sardegna	30	0,98	arco gravità	N.D.	1953
<b>Montestigliano</b>	nessun utilizzo	SI	Toscana	20	0,2	terra e/o pietrame con nucleo verticale	N.D.	1966
<b>Monti Di Deu</b>	industriale	SS	Sardegna	41,5	3,12	gravità ordinaria in calcestruzzo	1999	2006
<b>Monti Nieddu</b>	irriguo	CA	Sardegna	78,19	36	gravità ordinaria in calcestruzzo	2015	2015
<b>Morasco</b>	idroelettrico	VB	Piemonte	54,77	17,75	gravità ordinaria in calcestruzzo	1936	1940
<b>Mormanno</b>	idroelettrico	CS	Calabria	13,6	1,14	gravità ordinaria in calcestruzzo	1990	1995
<b>Mulinello</b>	industriale	SR	Sicilia	16,35	0,07	gravità ordinaria in calcestruzzo	1970	1970
<b>Muraglione</b>	nessun utilizzo	PI	Toscana	18	0,02	arco semplice	N.D.	N.D.
<b>Muro Lucano</b>	nessun utilizzo	PZ	Basilicata	47	5,5	arco semplice	1914	1917
<b>Muzzone</b>	idroelettrico	SS	Sardegna	54	258,74	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1924	1926
<b>Nazzano</b>	idroelettrico	RM	Lazio	13,7	18	traversa in calcestruzzo	1952	1956
<b>Neves</b>	idroelettrico	BZ	Trentino A. A.	87,66	14,46	cupola	1962	1974
<b>Nicoletti</b>	irriguo	EN	Sicilia	38,1	20,2	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1963	1971
<b>Nocelle</b>	idroelettrico	CS	Calabria	25,5	84,02	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1927	1931
<b>Nocellito</b>	irriguo	SA	Campania	22,5	0,06	gravità ordinaria in calcestruzzo	1971	1982
<b>Nomadelfia</b>	irriguo	GR	Toscana	18,2	0,21	terra omogenea	1970	1972
<b>Novarza</b>	idroelettrico	UD	Friuli V. G.	26,46	0,02	arco semplice	1943	1947
<b>Nuraghe Arrubiu</b>	irriguo	ND	Sardegna	112	299,27	arco gravità	1953	1959
<b>Nuraghe Pranu A.</b>	irriguo	OR	Sardegna	20,8	9	traversa in calcestruzzo	1975	1983
<b>Occhito</b>	irriguo	FG	Puglia	58,4	290,83	terra e/o pietrame con nucleo inclinato	1958	1966
<b>Ogna Superiore</b>	idroelettrico	BG	Lombardia	25,18	0,14	gravità ordinaria in calcestruzzo	1922	1929
<b>Olginate</b>	irriguo	LC	Lombardia	3,9	565,5	traversa in calcestruzzo	N.D.	1944
<b>Olivo</b>	irriguo	EN	Sicilia	49,5	15	terra con manto	1976	1982
<b>Olona</b>	laminazione	VA	Lombardia	16	1,52	gravità ordinaria in calcestruzzo	2007	2009
<b>Orichella</b>	idroelettrico	CS	Calabria	26,1	0,23	arco semplice	1926	1928

Diga	Utilizzazione prevalente	Prov.	Regione	Altezza (m) L. 584/94	Volume (mln m <sup>3</sup> ) L. 584/94	Classifica Diga	Anno inizio lavori	Anno fine lavori
<b>Ortiglieto</b>	idroelettrico	AL	Piemonte	13,15	1,04	gravità ordinaria in calcestruzzo	1938	1940
<b>Osiglietta</b>	idroelettrico	SV	Liguria	70,7	13,04	cupola	1937	1939
<b>Ostola</b>	irriguo	BI	Piemonte	36,2	5,5	gravità ordinaria in calcestruzzo	1971	1977
<b>Ozola</b>	idroelettrico	RE	Emilia Romagna	27,5	0,09	solette sostenute da contrafforti	1925	1929
<b>Paceco</b>	irriguo	TP	Sicilia	30,84	6,7	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1980	1984
<b>Paduli</b>	idroelettrico	MS	Toscana	20,5	3,37	terra con manto	1906	1911
<b>Pagnona</b>	idroelettrico	LC	Lombardia	18,75	0,12	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1921	1923
<b>Palazzi</b>	irriguo	SI	Toscana	18,9	0,3	terra omogenea	1957	1957
<b>Panaro</b>	laminazione	MO	Emilia Romagna	14,18	20	traversa in calcestruzzo	N.D.	1970
<b>Panigai</b>	idroelettrico	SO	Lombardia	31,5	0,12	arco semplice	1940	1941
<b>Pantano d'avio</b>	idroelettrico	BS	Lombardia	59	12,67	gravità a speroni a vani interni	1949	1956
<b>Pappadai</b>	irriguo	TA	Puglia	24,2	199	pietrame con manto	1988	1997
<b>Parma</b>	laminazione	PR	Emilia Romagna	I.A.	I.A.	traversa in calcestruzzo	N.D.	2005
<b>Pasquasia</b>	nessun utilizzo	EN	Sicilia	17	0,25	terra omogenea	N.D.	1963
<b>Passante</b>	idroelettrico	CZ	Calabria	64,9	38,36	gravità ordinaria in calcestruzzo	1971	1976
<b>Pavana</b>	idroelettrico	BO	Emilia Romagna	52	0,9	volte sostenute da contrafforti	1923	1925
<b>Pedra e othoni</b>	laminazione	NU	Sardegna	73,7	48,66	pietrame con manto	1964	1994
<b>Penne</b>	irriguo	PE	Abruzzo	35,7	9,2	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1966	1969
<b>Perreres</b>	idroelettrico	AO	Valle D'aosta	22,75	0,07	gravità ordinaria in calcestruzzo	1939	1941
<b>Persano</b>	irriguo	SA	Campania	13,6	1,5	traversa in calcestruzzo	1929	1932
<b>Pertusillo</b>	irriguo	PZ	Basilicata	90	152,2	arco gravità	1957	1963
<b>Pezzè di moena</b>	idroelettrico	TN	Trentino A. A.	26,5	0,46	arco semplice	1949	1951
<b>Piaganini</b>	idroelettrico	TE	Abruzzo	43,5	1,4	arco gravità	1953	1955
<b>Pian casere</b>	idroelettrico	BG	Lombardia	40	2,48	gravità ordinaria in calcestruzzo	1941	1946
<b>Pian del bichi</b>	irriguo	GR	Toscana	19,4	0,33	terra omogenea	N.D.	1960
<b>Pian palù</b>	idroelettrico	TN	Trentino A. A.	51,5	15,51	blocchi di calcestruzzo	1950	1959
<b>Pian sapejo</b>	idroelettrico	GE	Liguria	17,35	0,22	gravità a speroni a vani interni	1924	1926
<b>Piana degli Alb.</b>	idroelettrico	PA	Sicilia	38	32,75	pietrame con manto	1921	1923
<b>Pianfei</b>	irriguo	CN	Piemonte	20,5	0,54	terra omogenea	1963	1964
<b>Piano barbellino</b>	idroelettrico	BG	Lombardia	63,3	18,85	gravità ordinaria in calcestruzzo	1925	1931
<b>Piano del leone</b>	potabile	PA	Sicilia	31	4,15	gravità ordinaria in calcestruzzo	N.D.	1933
<b>Piano della rocca</b>	irriguo	SA	Campania	40,3	28,5	terra con manto	1984	1994
<b>Piantelesio</b>	idroelettrico	TO	Piemonte	79	23	arco gravità	1951	1956
<b>Piastra</b>	idroelettrico	CN	Piemonte	87	11,92	gravità ordinaria in calcestruzzo	1962	1964
<b>Piccolo paradiso</b>	irriguo	BO	Emilia Romagna	19,13	0,08	terra omogenea	N.D.	1975

Diga	Utilizzazione prevalente	Prov.	Regione	Altezza (m) L. 584/94	Volume (mln m <sup>3</sup> ) L. 584/94	Classifica Diga	Anno inizio lavori	Anno fine lavori
<b>Pietrafitta</b>	varie	SI	Toscana	18,6	0,15	terra omogenea	1959	1960
<b>Pietrarossa</b>	irriguo	EN	Sicilia	40	46	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1987	1987
<b>Pieve Di Cadore</b>	idroelettrico	BL	Veneto	108	67,5	arco gravità	1946	1950
<b>Pignola</b>	industriale	PZ	Basilicata	7,45	5,5	terra con manto	1971	1981
<b>Place Moulin</b>	idroelettrico	AO	Valle D'aosta	143,5	105,48	arco gravità	1961	1965
<b>Poggio Cancelli</b>	idroelettrico	AQ	Abruzzo	27,3	-	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1965	1969
<b>Poggio Perotto</b>	irriguo	GR	Toscana	26	4,34	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1935	1938
<b>Poglia</b>	idroelettrico	BS	Lombardia	49,4	0,5	gravità a speroni a vani interni	1948	1950
<b>Polverina</b>	idroelettrico	MC	Marche	24	5,8	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1963	1967
<b>Poma</b>	irriguo	PA	Sicilia	49,5	72,3	terra e/o pietrame con nucleo inclinato	1963	1970
<b>Ponte Annibale</b>	idroelettrico	CE	Campania	14	7,4	traversa in calcestruzzo	1953	1977
<b>Ponte Barca</b>	irriguo	CT	Sicilia	16	0,82	traversa in calcestruzzo	1982	1988
<b>Ponte Cola</b>	idroelettrico	BS	Lombardia	122	52,25	cupola	1960	1962
<b>Ponte Dell'acqua</b>	idroelettrico	BG	Lombardia	22,1	0,04	gravità ordinaria in calcestruzzo	1949	1950
<b>Ponte Diddino</b>	idroelettrico	SR	Sicilia	25,1	7,45	pietrame con manto	1981	1986
<b>Ponte Felice</b>	idroelettrico	VT	Lazio	12,9	6	traversa in calcestruzzo	1957	1959
<b>Ponte Ghirlo</b>	idroelettrico	BL	Veneto	20,23	0,17	gravità ordinaria in calcestruzzo	1938	1939
<b>Ponte Liscione</b>	irriguo	CB	Molise	60	148	terra con manto	1967	1974
<b>Ponte Murandin</b>	idroelettrico	TN	Trentino A. A.	28,7	0,33	gravità ordinaria in calcestruzzo	1954	1956
<b>Ponte Pià</b>	idroelettrico	TN	Trentino A. A.	50	3,76	arco semplice	1956	1957
<b>Ponte Racli</b>	idroelettrico	PN	Friuli V. G.	50,6	25	cupola	1948	1951
<b>Ponte Serra</b>	idroelettrico	BL	Veneto	34,75	0,18	arco semplice	1907	1909
<b>Ponte Vittorio</b>	industriale	BI	Piemonte	36	0,53	gravità a speroni a vani interni	N.D.	1956
<b>Pontecorvo</b>	idroelettrico	FR	Lazio	19,5	1,4	gravità ordinaria in calcestruzzo	1957	1959
<b>Pontecosi</b>	idroelettrico	LU	Toscana	24	2,95	gravità ordinaria in calcestruzzo	1922	1925
<b>Pontefiume</b>	idroelettrico	FR	Lazio	19	1,93	gravità ordinaria in calcestruzzo	1923	1925
<b>Pontesei</b>	idroelettrico	BL	Veneto	87	3,57	cupola	1955	1960
<b>Porto Della Torre</b>	idroelettrico	VA	Lombardia	11,4	5,7	traversa in calcestruzzo	1951	1954
<b>Poverella</b>	idroelettrico	CS	Calabria	16,7	1,12	gravità ordinaria in calcestruzzo	1937	1939
<b>Pozzillo</b>	irriguo	EN	Sicilia	55,5	150,5	blocchi di calcestruzzo	1955	1959
<b>Pra Da Stua</b>	idroelettrico	TN	Trentino A. A.	35	1,5	arco gravità	1951	1951
<b>Pramper</b>	idroelettrico	BL	Veneto	18	0,04	terra con manto	N.D.	1958
<b>Presenzano</b>	idroelettrico	CE	Campania	20	7,18	pietrame con manto	1981	1987
<b>Prizzi</b>	idroelettrico	PA	Sicilia	44	9,25	gravità ordinaria in calcestruzzo	1940	1942
<b>Provvidenza</b>	idroelettrico	AQ	Abruzzo	46,2	2,4	arco semplice	1939	1947

Diga	Utilizzazione prevalente	Prov.	Regione	Altezza (m) L. 584/94	Volume (mln m <sup>3</sup> ) L. 584/94	Classifica Diga	Anno inizio lavori	Anno fine lavori
<b>Punta gennarta</b>	irriguo	ND	Sardegna	57	12,6	cupola	1959	1964
<b>Quaira della Min.</b>	idroelettrico	BZ	Trentino A. A.	81	12,8	gravità ordinaria in calcestruzzo	1965	1968
<b>Quarazza</b>	idroelettrico	VB	Piemonte	20,78	0,12	arco semplice	1952	1953
<b>Quarto</b>	idroelettrico	FO	Emilia Romagna	15	4,47	gravità ordinaria in calcestruzzo	1924	1925
<b>Ravasanela</b>	irriguo	VC	Piemonte	44,7	4,5	gravità ordinaria in calcestruzzo	1975	1992
<b>Ravedis</b>	laminazione	PN	Friuli V. G.	68	22,6	gravità ordinaria in calcestruzzo	1984	2007
<b>Redisole</b>	irriguo	CS	Calabria	40,4	1,53	pietrame con manto	1981	1992
<b>Reggea</b>	idroelettrico	CO	Lombardia	26,5	0,15	arco semplice	1961	1962
<b>Ridracoli</b>	potabile	FO	Emilia Romagna	101	33	arco gravità	N.D.	1982
<b>Rimasco</b>	idroelettrico	VC	Piemonte	33	0,47	arco semplice	1923	1925
<b>Rio Canale</b>	irriguo	FM	Marche	28,09	1,17	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1985	1994
<b>Rio Cancellò</b>	idroelettrico	FR	Lazio	16	0,5	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1925	1928
<b>Rio Coxinas</b>	irriguo	ND	Sardegna	22,3	0,19	gravità ordinaria in calcestruzzo	1965	1968
<b>Rio Di Pusteria</b>	idroelettrico	BZ	Trentino A. A.	24	1,77	gravità ordinaria in calcestruzzo	1938	1940
<b>Rio Freddo</b>	idroelettrico	CN	Piemonte	33	0,35	arco semplice	1954	1956
<b>Rio Fucino</b>	idroelettrico	AQ	Abruzzo	36,7	218	gravità ordinaria in calcestruzzo	1966	1971
<b>Rio Leni</b>	irriguo	ND	Sardegna	54,03	20	terra con manto	1976	1987
<b>Rio Lunato</b>	idroelettrico	MO	Emilia Romagna	24	0,11	volte sostenute da contrafforti	1918	1920
<b>Rio Mannu Padd.</b>	irriguo	SS	Sardegna	61,5	76	gravità ordinaria in calcestruzzo	1971	1980
<b>Rio Olai</b>	potabile	NU	Sardegna	51,6	16,2	gravità ordinaria in calcestruzzo	1989	1995
<b>Rio Perdosu</b>	potabile	CA	Sardegna	20	0,35	gravità ordinaria in calcestruzzo	1972	1976
<b>Rio Torrei</b>	potabile	NU	Sardegna	43	0,96	gravità ordinaria in calcestruzzo	1970	1976
<b>Ripa Spaccata</b>	laminazione	IS	Molise	14,7	3,33	terra con manto	1976	1986
<b>Robbiate</b>	idroelettrico	LC	Lombardia	16,8	2,5	traversa in muratura di pietrame con malta	N.D.	1919
<b>Roccasparvera</b>	idroelettrico	CN	Piemonte	25,5	0,53	traversa in calcestruzzo	1957	1958
<b>Rocchetta</b>	idroelettrico	MS	Toscana	69,7	5,02	arco semplice	1934	1937
<b>Rochemolles</b>	idroelettrico	TO	Piemonte	60	3,76	gravità ordinaria in calcestruzzo	1923	1930
<b>Rosamarina</b>	irriguo	PA	Sicilia	84	100	arco gravità	1972	1992
<b>Rossana</b>	irriguo	CN	Piemonte	25,26	0,5	terra omogenea	1971	1972
<b>Rossella</b>	potabile	PA	Sicilia	30,8	-	terra e/o pietrame con nucleo inclinato	1957	1965
<b>Rubiera</b>	laminazione	MO	Emilia Romagna	I.A.	I.A.	traversa in calcestruzzo	N.D.	1976
<b>Rubino</b>	irriguo	TP	Sicilia	29,8	11,5	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1967	1970
<b>Sa Forada de S'AC.</b>	irriguo	ND	Sardegna	25	1,41	pietrame con manto	N.D.	1962
<b>Sa Teula</b>	idroelettrico	NU	Sardegna	21,7	0,11	gravità ordinaria in calcestruzzo	1949	1949
<b>Sabbione</b>	idroelettrico	VB	Piemonte	61	44,12	gravità a speroni a vani interni	1949	1953

Diga	Utilizzazione prevalente	Prov.	Regione	Altezza (m) L. 584/94	Volume (mln m <sup>3</sup> ) L. 584/94	Classifica Diga	Anno inizio lavori	Anno fine lavori
<b>Saetta</b>	irriguo	PZ	Basilicata	16	4,5	terra con manto	1976	1991
<b>Salionze</b>	irriguo	MN	Lombardia	6,9	2027	traversa in calcestruzzo	1942	1950
<b>Salto</b>	idroelettrico	RI	Lazio	93	268,55	gravità ordinaria in calcestruzzo	1937	1940
<b>Sammontana</b>	varie	FI	Toscana	20	0,14	terra omogenea	1960	1961
<b>Sampeyre</b>	idroelettrico	CN	Piemonte	19	0,15	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1937	1939
<b>San Cipriano</b>	industriale	AR	Toscana	16,5	3,34	terra e/o pietrame con nucleo inclinato	1956	1958
<b>San Colombano</b>	idroelettrico	TN	Trentino A. A.	37	2,12	cupola	1963	1965
<b>San Cosimato</b>	idroelettrico	RM	Lazio	19	0,15	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1913	1922
<b>San Damiano</b>	idroelettrico	CN	Piemonte	16,5	0,29	traversa in calcestruzzo	1926	1927
<b>San Dom. al Sag.</b>	idroelettrico	AQ	Abruzzo	28,9	1,16	volte sostenute da contrafforti	1923	1928
<b>San Eleuterio</b>	idroelettrico	FR	Lazio	20	-	gravità ordinaria in calcestruzzo	1925	1928
<b>San Felice di Giano</b>	irriguo	PG	Umbria	17	0,12	terra omogenea	1964	1965
<b>San Giacomo di F.</b>	idroelettrico	SO	Lombardia	83,5	64	gravità a speroni pieni	1938	1950
<b>San Giovanni</b>	irriguo	AG	Sicilia	33,33	16	terra e/o pietrame con nucleo inclinato	1969	1981
<b>San Giovanni C.</b>	irriguo	SA	Campania	18	0,23	terra omogenea	1963	1964
<b>San Giuliano</b>	irriguo	MT	Basilicata	38,3	94,7	gravità ordinaria in calcestruzzo	1950	1955
<b>San Lazzaro</b>	idroelettrico	PS	Marche	14,9	1,05	gravità ordinaria in calcestruzzo	1956	1958
<b>San Liberato</b>	idroelettrico	TR	Umbria	13	6	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1951	1953
<b>San Pietro</b>	irriguo	AV	Campania	479	17,7	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1958	1962
<b>San Ruffino</b>	irriguo	FM	Marche	20	2,58	gravità ordinaria in calcestruzzo	1951	1957
<b>San Valentino</b>	idroelettrico	BZ	Trentino A. A.	28,58	112	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1940	1950
<b>San Vito Pistoiese</b>	irriguo	PT	Toscana	18,7	0,14	terra omogenea	1958	1959
<b>Santa Caterina</b>	idroelettrico	BL	Veneto	50	6,25	gravità ordinaria in calcestruzzo	1930	1931
<b>Santa Giustina</b>	idroelettrico	TN	Trentino A. A.	147,5	182,81	arco semplice	1940	1951
<b>Santa Luce</b>	industriale	PI	Toscana	20,3	5,28	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1958	1960
<b>Santa Lucia</b>	irriguo	NU	Sardegna	28,5	3,7	gravità ordinaria in calcestruzzo	1978	1985
<b>Santa Maria</b>	idroelettrico	BO	Emilia Romagna	20	0,21	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1916	1917
<b>Santa Maria del T.</b>	idroelettrico	PR	Emilia Romagna	18	0,04	pietrame con manto	1917	1919
<b>Santa Rosalia</b>	irriguo	RG	Sicilia	53,5	20	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1976	1981
<b>Santa Vittoria</b>	irriguo	OR	Sardegna	12,55	1,48	traversa in calcestruzzo	N.D.	1930
<b>Santo Stefano</b>	idroelettrico	SO	Lombardia	20,4	0,62	gravità ordinaria in calcestruzzo	1929	1929
<b>Sarnico</b>	irriguo	BS	Lombardia	4,5	180	traversa in calcestruzzo	1931	1933
<b>Sarroch</b>	irriguo	CA	Sardegna	22,8	0,48	terra omogenea	1970	1976
<b>Satriano</b>	idroelettrico	CZ	Calabria	19,5	0,14	gravità ordinaria in calcestruzzo	1986	1993
<b>Scais</b>	idroelettrico	SO	Lombardia	60	9,06	gravità a speroni pieni	1935	1939

Diga	Utilizzazione prevalente	Prov.	Regione	Altezza (m) L. 584/94	Volume (mln m <sup>3</sup> ) L. 584/94	Classifica Diga	Anno inizio lavori	Anno fine lavori
Scalere	idroelettrico	BO	Emilia Romagna	38	6,28	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1910	1911
Scandarello	idroelettrico	RI	Lazio	44	12,5	gravità ordinaria in calcestruzzo	1920	1927
Scanzano	potabile	PA	Sicilia	43,8	17,25	terra e/o pietrame con nucleo inclinato	1957	1965
Sciaguana	irriguo	EN	Sicilia	42	11,35	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1984	1992
Sella Pedicate	idroelettrico	AQ	Abruzzo	20,75	-	gravità ordinaria in calcestruzzo	1965	1971
Selva	idroelettrico	FR	Lazio	32,8	2,15	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1956	1958
Senaiga	idroelettrico	BL	Veneto	64	6,95	cupola	1951	1955
Serra del Corvo	irriguo	BA	Puglia	34,3	33,5	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1969	1974
Serrù	idroelettrico	TO	Piemonte	41,5	14,49	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	N.D.	1951
Sessera	idroelettrico	BI	Piemonte	41	1,65	cupola	1959	1960
Simbirizzi	irriguo	CA	Sardegna	12,56	30,3	gravità ordinaria in calcestruzzo	1978	1985
Sinnai	potabile	CA	Sardegna	25,2	0,21	gravità ordinaria in calcestruzzo	1967	1969
Sos Canales	potabile	SS	Sardegna	47	4,34	gravità a speroni pieni	1954	1959
Sovara	irriguo	AR	Toscana	23,5	0,17	gravità ordinaria in calcestruzzo	1981	1992
Speccheri	idroelettrico	TN	Trentino A. A.	103,85	10,17	cupola	1955	1957
Stramentizzo	idroelettrico	TN	Trentino A. A.	63,5	11,5	cupola	1954	1956
Stuetta	idroelettrico	SO	Lombardia	29	-	gravità ordinaria in calcestruzzo	1927	1932
Sucotto	idroelettrico	BG	Lombardia	23	0,58	muratura in pietrame a secco	1954	1955
Sugarella	irriguo	VT	Lazio	16,4	0,26	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1962	1963
Suio	idroelettrico	CE	Campania	13	2,11	traversa in calcestruzzo	1947	1948
Surigheddu	irriguo	SS	Sardegna	15,75	1,93	terra omogenea	1966	1968
Suviana	idroelettrico	BO	Emilia Romagna	89	43,85	gravità ordinaria in calcestruzzo	1926	1932
Tagliata	idroelettrico	GE	Liguria	6,78	-	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	N.D.	N.D.
Talvacchia	idroelettrico	AP	Marche	72,12	13,55	arco gravità	1957	1960
Tarsia	irriguo	CS	Calabria	16,1	16	traversa in calcestruzzo	1960	1966
Tavernelle	idroelettrico	PU	Marche	13	1,88	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1956	1965
Tenarda	potabile	IM	Liguria	29,6	1,46	gravità ordinaria in calcestruzzo	1958	1959
Timpa di Pantaleo	irriguo	RC	Calabria	43,3	8,8	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1983	1993
Tistino	idroelettrico	PT	Toscana	28,5	0,57	gravità ordinaria in calcestruzzo	1927	1929
Toppo Di Francia	irriguo	PZ	Basilicata	34	4,6	pietrame con manto	1988	1992
Torre Bianca	irriguo	FG	Puglia	20,98	22,4	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1990	1997
Traversa Rio M.	irriguo	SS	Sardegna	15,5	0,59	traversa in calcestruzzo	1999	2003
Trepidò	idroelettrico	CS	Calabria	32,5	66,88	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1923	1927
Trezzo Sull'adda	idroelettrico	MI	Lombardia	10	1,9	traversa in calcestruzzo	1900	1904
Trinità	irriguo	TP	Sicilia	28,5	18	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1954	1959

Diga	Utilizzazione prevalente	Prov.	Regione	Altezza (m) L. 584/94	Volume (mln m <sup>3</sup> ) L. 584/94	Classifica Diga	Anno inizio lavori	Anno fine lavori
Tul	idroelettrico	PN	Friuli V. G.	26	0,21	arco semplice	1948	1949
Turano	idroelettrico	RI	Lazio	73	163	gravità ordinaria in calcestruzzo	1936	1938
Turrite Cava	idroelettrico	LU	Toscana	35,38	1,38	gravità ordinaria in calcestruzzo	1940	1941
Vagli	idroelettrico	LU	Toscana	88	34	gravità ordinaria in calcestruzzo	1941	1953
Vajont	varie	PN	Friuli V. G.	255,5	0,71	cupola	1958	1960
Val Clarea	idroelettrico	TO	Piemonte	30	0,59	pietrame con manto	1997	2004
Val D'auna	idroelettrico	BZ	Trentino A. A.	52	0,42	arco gravità	1951	1952
Val D'ega	idroelettrico	BZ	Trentino A. A.	18	0,1	gravità ordinaria in calcestruzzo	1934	1938
Val Di Noci	potabile	GE	Liguria	50,5	3,4	gravità ordinaria in calcestruzzo	1923	1931
Val Gallina	idroelettrico	BL	Veneto	89,1	5,43	cupola	1948	1952
Val Grosina	idroelettrico	SO	Lombardia	51,5	1,34	gravità a speroni pieni	1958	1959
Val Morta	idroelettrico	BG	Lombardia	22	0,27	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1917	1923
Val Noana	idroelettrico	TN	Trentino A. A.	126	10,89	cupola	1956	1959
Val Schener	idroelettrico	BL	Veneto	68	8,5	cupola	1960	1963
Valla	idroelettrico	AL	Piemonte	44,76	1,99	arco semplice	1923	1925
Valle di Cadore	idroelettrico	BL	Veneto	60,75	4,92	cupola	1949	1951
Valnegra	idroelettrico	BG	Lombardia	24,5	0,55	gravità ordinaria in calcestruzzo	1938	1947
Valsoera	idroelettrico	TO	Piemonte	44	7,77	arco gravità	1949	1954
Valtoggia	idroelettrico	VB	Piemonte	43,6	15,49	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1929	1932
Vannino	idroelettrico	VB	Piemonte	23,6	9,45	pietrame con manto	1917	1921
Vasca Di Edolo	idroelettrico	BS	Lombardia	23,9	1,32	terra con manto	1979	1984
Vasca Ogliaastro	industriale	SR	Sicilia	22	4,31	pietrame con manto	1968	1970
Vasca S.anna	irriguo	KR	Calabria	16,4	16	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1976	1983
Venerocolo	idroelettrico	BS	Lombardia	26,9	2,55	gravità a speroni a vani interni	1956	1959
Verdiana	idroelettrico	PT	Toscana	27,35	0,11	pietrame con manto	1932	1940
Vernago	idroelettrico	BZ	Trentino A. A.	64	43,93	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1962	1966
Vicaglia	idroelettrico	LU	Toscana	53	0,84	gravità ordinaria in calcestruzzo	1955	1957
Villa di Chiavenna	idroelettrico	SO	Lombardia	32,8	0,94	gravità ordinaria in calcestruzzo	1947	1949
Villa Pera	idroelettrico	AP	Marche	22,5	0,69	gravità ordinaria in calcestruzzo	1952	1955
Villarosa	industriale	EN	Sicilia	34	15,35	terra e/o pietrame con nucleo verticale	1969	1973
Vinchiana	idroelettrico	LU	Toscana	22,2	0,12	gravità a speroni pieni	1951	1952
Vodo	idroelettrico	BL	Veneto	40	1,39	cupola	1959	1960
Votturino	irriguo	CS	Calabria	24,1	3,12	gravità ordinaria in calcestruzzo	1968	1972
Vulci	idroelettrico	VT	Lazio	13,5	10,7	gravità ordinaria in muratura di pietrame con malta	1919	1923
Zaffarana	irriguo	TP	Sicilia	16,9	0,9	terra omogenea	1974	1978
Zoccolo	idroelettrico	BZ	Trentino A. A.	63,5	33,5	terra con manto	1961	1965
Zolezzi	idroelettrico	GE	Liguria	22	0,06	arco semplice	1922	1923

# 5.

## Uso dell'acqua in agricoltura

Non c'è terra senza acqua. I campi, lo sappiamo, da sempre dipendono dalla disponibilità di risorsa. L'agricoltura è l'attività economica che utilizza la maggior quantità d'acqua con prelievi:

- › per circa il 67% da corsi d'acqua;
- › per circa il 27 % da pozzi o fontanili;
- › per circa il 6% da serbatoi di accumulo.

Oggi, il consumo di acqua a fini irrigui si concentra al Nord, dove il 59,1% dei volumi irrigui viene utilizzato nel Nord-ovest e il 13,9% nel Nord-est. Seguono il Sud con il 13,5%, le isole con l'8,9% e il Centro con appena il 4,5%. Le Regioni che utilizzano i maggiori quantitativi di acqua sono la Lombardia con il 42,3%, il Piemonte con il 16,6%, l'Emilia-Romagna con il 6,8%, la Sicilia con il 6,2%, la Puglia col 5,9% e il Veneto con il 5,5%. Le altre Regioni utilizzano in media meno del 5% dei volumi irrigui nazionali.

Nel corso del Novecento i dati dell'irrigazione erano i seguenti:

### SITUAZIONE DELL'IRRIGAZIONE AL 1970

	Superficie irrigua		Acqua	
	ettari	%	miliardi di mc.	%
Italia settentrionale .....	2.328.000	70	20 -	78
Italia centrale .....	299.000	9	1,4	6
Mezzogiorno .....	718.000	21	4,2	16
Totale .....	3.345.000	100	25,6	100

Negli ultimi due decenni, dai 25,6 miliardi di mc./anno del Novecento, pari al 61% dell'intero fabbisogno nazionale, i dati

Istat calcolano a livello nazionale un volume di acqua minore prelevata dal settore agricolo pari a circa 16 miliardi di metri cubi, con l'acqua che effettivamente arriva sui campi pari a circa 13,6 miliardi di metri cubi, con dispersioni notevoli per sistemi irrigui obsoleti anche tra il 50 e il 70% dell'acqua prelevata. Il differenziale rispetto al Novecento dipende dalle minori estensioni di aree coltivate.

L'uso dell'acqua in l'agricoltura resta comunque particolarmente elevato e le 572.000 aziende italiane che irrigano, con un totale di 4.123.000 ettari di superfici - su un totale nazionale di 1.133.023 aziende agricole con 12,5 milioni di ettari di terreni agricoli -, nei periodi di siccità entrano sempre in "competizione" con gli altri usi. Del resto, il settore agricolo è quello che più incide sul bilancio dei consumi idrici complessivi su scala nazionale e locale. Il fabbisogno del settore è correlato all'estensione delle superfici irrigabili, alle caratteristiche climatiche e ambientali delle varie zone, alle tipologie di coltura, alle tecniche e alle tecnologie di irrigazione utilizzate, alla presenza di allevamenti.

La nostra superficie irrigata si estende complessivamente per 3,3 milioni di ettari di coltivazioni orticole, prati destinati all'alimentazione animale, frutteti, seminativi come mais e riso. L'85% dell'agroalimentare italiano con eccellenze mondiali proviene da agricoltura irrigua, con un valore della produzione di 267 miliardi di euro. Il settore impiega 3,3 milioni di lavoratori, pari al 13,2% degli occupati (dati Anbi). L'Italia si conferma tra i primi paesi europei per irrigazione, seconda in termini di superfici irrigate, escludendo colture protette e orti familiari, solo alla Spagna, quarta in termini di incidenza della superficie irrigata sulla Superficie Agricola Utilizzata (SAU) dopo Malta, Cipro e Grecia.



## COLTIVAZIONI

AZIENDE AGRICOLE CHE COLTIVANO	% di aziende agricole	% superficie agricola utilizzata
<b>SEMINATIVI di cui</b>	<b>64,4</b>	<b>57,4</b>
cereali	29	25,1
legumi secchi	4,7	2,1
ortive	7,3	2
foraggiere avvicendate	27,2	19,2
piante industriali	5,5	3,3
<b>COLTIVAZIONI LEGNOSE AGRARIE</b>	<b>71,4</b>	<b>17,4</b>
vite	22,8	5,1
olivo	55,3	7,9
fruttiferi	13,8	3,1
agrumi	4,4	0,9
<b>PRATI PERMANENTI E PASCOLI</b>	<b>25,4</b>	<b>25</b>
<b>ORTI FAMILIARI</b>	<b>14,4</b>	<b>0,1</b>

Fonte: ISTAT

## AZIENDE AGRICOLE IN ITALIA

		% rispetto al 2010
numero	1.133.023	-30,1
superficie utilizzata (milioni di ha)	12,5	-2,5

Fonte: ISTAT

## AZIENDE AGRICOLE CON ALLEVAMENTI NEL 2020

213.984 AZIENDE AGRICOLE	%	Totale capi (in milioni)
bovini	44,4	5,7
bufalini	12,5	0,4
ovini	26,4	7,0
caprini	14,4	1,0
suini	17,8	8,7
avicoli	26,7	173,4*

Fonte: ISTAT

\*Valore medio annuo

La pratica irrigua è organizzata con due modelli. Il primo è la forma autonoma dove l'agricoltore, ottenuta l'autorizzazione al prelievo, si approvvigiona autonomamente e liberamente. Il secondo è l'irrigazione collettiva con l'erogazione di acqua garantita dai Consorzi di Bonifica e Irrigazione dell'ANBI. Nel nostro Paese convivono i due modelli. La forma collettiva è presente al Nord su coltivazioni estese e intensive, in parte del Centro e del Sud su aree di medie e piccole dimensioni ancorché rilevanti in termini di produzione agricola. L'irrigazione autonoma è adottata in prevalenza nelle aree interne e collinari, ed è diffusa nel Sud e nelle isole, in zone della Puglia e della Calabria. La rete irrigua a livello nazionale comprende canali e condotte di adduzione. Il 65% delle aziende agricole irrigue si approvvigiona dai 754 impianti idrovori gestiti dai Consorzi di bonifica dell'ANBI che, complessivamente, gestiscono un patrimonio di 231.000 chilometri di canali, 22.839 briglie e sbarramenti, oltre 16.680 chilometri di argini a fiume e a mare, 914 invasi e vasche di compenso, 960 impianti di idrovore.

L'irrigazione, rileva ISTAT, utilizza la consegna a turno (34,2% del volume totale utilizzato) e la consegna a domanda (28,8%). I prelievi sono diversificati per fonti di approvvigionamento:

- › il 17,9% dell'acqua utilizzata è prelevata dalle falde presenti all'interno o nelle vicinanze delle aziende;
- › l'11% da prelievi di acque superficiali attraverso condotte da fonti presenti fuori dall'azienda (laghi, fiumi o corsi d'acqua)
- › il 4,7% viene prelevato da acque superficiali presenti nel perimetro aziendale;
- › il 38,3% proviene da pozzi.

## CONSORZI DI BONIFICA

**OPERANO SU 17 MILIONI DI ETTARI SUI 30.128-554 COMPLESSIVI**

## GESTISCONO

canali e condotte	km 200.000
argini	km 18.000
briglie e sbarramenti	30.000
impianti idrovori e sollevamento acque	1.800

Fonte: Associazione nazionale Bonifiche e Irrigazioni

L'approvvigionamento da acque sotterranee all'interno o nelle vicinanze dell'azienda è più elevato nelle aziende con piccole dimensioni irrigue, con superfici irrigate inferiori all'ettaro, e diminuisce con l'aumentare delle dimensioni. Circa l'8,5% delle aziende presentano oltre 50 ettari irrigati. Il ricorso all'acqua di acquedotti e alle infrastrutture gestite dai Consorzi di Irrigazione e Bonifica, aumenta invece con l'aumentare della dimensione irrigua e va dal 43,7% nelle aziende con superfici irrigate inferiori all'ettaro, al 50,7% nelle aziende con superfici comprese tra 5 e 10 ettari, al 70,8% delle aziende con superfici irrigate uguali o superiori ai 50 ettari.

## ACQUA IRRIGUA PER SETTORI DI UTILIZZO

ACQUA IRRIGUA PER SETTORI DI UTILIZZO	Milioni di m <sup>3</sup>	Valori %
Mais	1.748,0	15,7
Riso	4.415,1	39,8
Cereali per la produzione di granella (escluso mais e riso)	348,7	3,1
Legumi secchi	30,5	0,3
Patata	28,7	0,3
Barbabietola da zucchero	63,9	0,6
Piante tessili	3,9	0,0
Colza e ravizzone	4,3	0,0
Girasole	20,0	0,2
Ortve in piena aria	574,1	5,2
Mais verde	633,5	5,7
Altre foraggiere avvicendate	720,8	6,5
Altri seminativi	219,6	2,0
Vite	240,4	2,2
Olivo per la produzione di olive da tavola e da olio	392,3	3,5
Agurmi	610,2	5,5
Fruttiferi	607,4	5,5
Vivai e altre coltivazioni legnose agrarie	35,7	0,3
Prati permanenti e pascoli	360,2	3,2
Arboricoltura da legno annessa ad aziende Agricole	41,3	0,4
<b>Totale</b>	<b>11.098,8</b>	<b>100</b>

Fonte: ISTAT

Il 55% dell'irrigazione viene usata da riso e mais

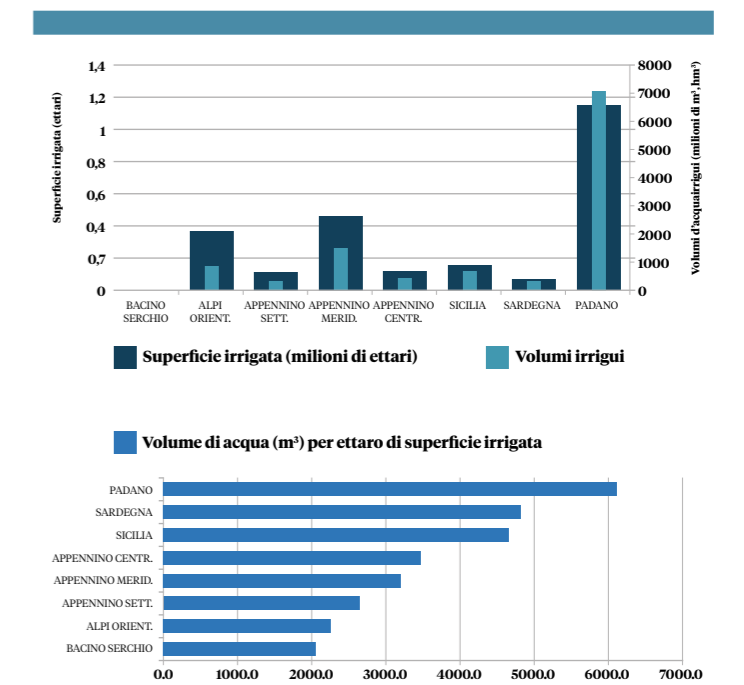
## Fonti, efficienza e sprechi nei sistemi di irrigazione

L'acqua arriva sui campi trasferita da canali, torrenti, fiumi, laghi, pozzi e da raccolta di acque meteoriche, con sistemi di irrigazione i più diversi. Il 62% di risorsa è distribuita alle colture con sistemi di irrigazione a bassa o bassissima efficienza, e con evidenti sprechi:

- › il 27,2% per scorrimento superficiale e infiltrazione laterale;
- › il 34,8% per sommersione, in particolare nella coltura del riso che si caratterizza in assoluto per il super utilizzo dell'acqua in ambienti umidi e pianeggianti e con abbondante risorsa superficiale e dove una estesa rete di canalizzazioni consente l'utilizzo di grandi volumi di risorsa idrica;
- › il 26,8% il sistema ad aspersione;
- › il 9,6% la micro-irrigazione;
- › l'1,6% altro.

I volumi d'acqua utilizzati per un ettaro di superficie irrigata risultano pari a circa 5.000 metri cubi ed è evidente che più aumenta la superficie irrigata maggiori sono i volumi irrigui utilizzati. I valori medi vanno dai circa 3.000 metri cubi per le aziende con meno di un ettaro irrigato, a oltre 7.000 per aziende con oltre 100 ettari irrigati.

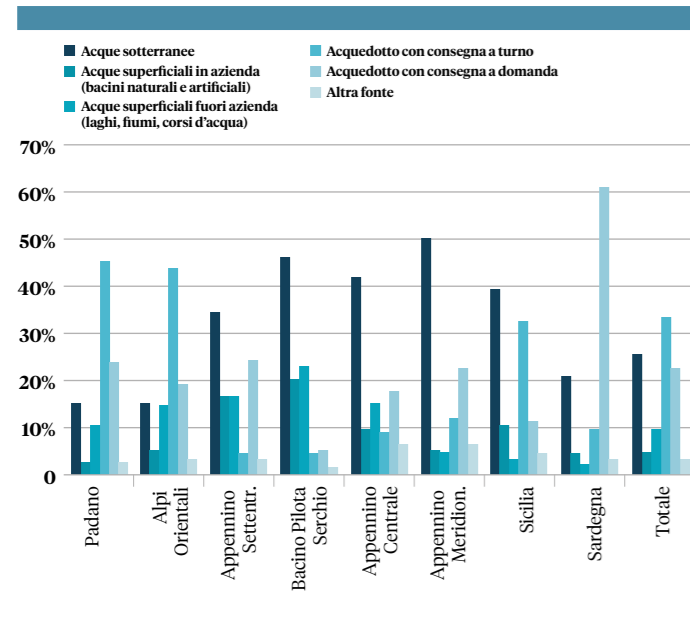
## VOLUMI DI ACQUA E SUPERFICIE IRRIGATE



Fonte: ISTAT - Censimento agricoltura

### SUPERFICIE IRRIGATA PER FONTE E DISTRETTO IDROGRAFICO

(Incidenza percentuale sul totale del distretto)



Fonte: ISTAT - Censimento agricoltura

La tipologia dei prelievi da fonti d'acqua utilizzate vede:

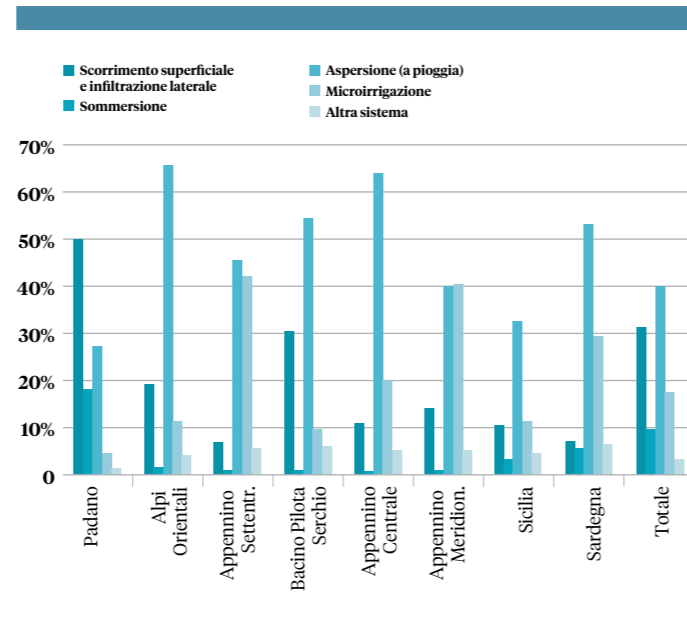
- › 3.500 metri cubi per ettaro irrigato prelevato da acque sotterranee;
- › 4.300 metri cubi con prelievi da acque superficiali presenti nell'area aziendale;
- › 5.000 metri cubi per per ettaro irrigato da prelievi da fonti superficiali esterne all'azienda.

La correlazione tra metri cubi utilizzati per ettaro e sistemi di irrigazione adottati mostra un aumento costate di sprechi e inefficienza irrigua: si passa da perdite per circa 3.000 metri cubi per ettaro irrigato con la micro-irrigazione, ai 3.500 dell'aspersione, ai 5.500 dello scorrimento superficiale e infiltrazione laterale, fino ai 15.000 metri cubi per ettaro della sommersione.

A livello territoriale, è il Nord-ovest che presenta il sistema agricolo maggiormente idrovoro, con circa 6.800 metri cubi di acqua distribuiti per ettaro per i maggiori terreni irrigati per circa il 46,3 della SAU. La Lombardia conferma i massimi valori italiani di irrigazione, con circa 8.000 metri cubi distribuiti per ettaro sul 59% della SAU. I valori minimi si registrano nel Nord-est con 2.500 metri cubi di acqua irrigua per ettaro sul 25% della SAU. Centro e Sud registrano valori intorno a 3.500 metri cubi per ettaro, mentre nelle Isole siamo intorno a 5.000.

### SUPERFICIE IRRIGATA PER SISTEMA DI IRRIGAZIONE E DISTRETTO IDROGRAFICO

(Incidenza percentuale sul totale del distretto)



Fonte: ISTAT - Censimento agricoltura

Centro e isole registrano la minor diffusione della pratica irrigua, che interessa meno del 10 per cento della SAU.

Per zona altimetrica, è sui territori di pianura che ovviamente si concentra da sempre la maggior parte della superficie irrigata nazionale (71,8%), e la maggior propensione all'intensità di utilizzo di acqua per il 41,8% della SAU irrigata e volumi per ettaro fino a circa 5.245 metri cubi. L'irrigazione è massima, con perdite massime sul 66,9% di superficie irrigabile.

Nei territori di collina e di montagna, invece, l'irrigazione ha valori più bassi. In collina (22,1% della superficie irrigata nazionale) solo il 9,5% della SAU risulta irrigata con un utilizzo medio pari a circa

3.573 metri cubi di acqua per ettaro. In montagna la percentuale di SAU irrigata è al 5,4% e sono utilizzati in media circa 1.813 metri cubi per ettaro.

### Risparmiare acqua si può e si deve

Una notevolissima quantità d'acqua irrigua si disperde nel sottosuolo per la natura permeabile dei terreni, e per la prevalenza dell'irrigazione per scorrimento e sommersione. Anche se in parte l'acqua dispersa viene recuperata considerando il suo afflusso verso la prima falda, gli sprechi sono evidenti come anche le potenzialità del risparmio per grandi quantitativi.

Ciò è dimostrato dal miglioramento delle reti di adduzione e di distribuzione e con l'utilizzo della gamma di tipologie innovative di irrigazione oggi disponibili.

Il settore va verso la chiusura definitiva della lunghissima stagione dell'irrigazione "a pioggia", sviluppata a metà secolo scorso su circa il 22% del totale dei terreni irrigati. La sua rapida diffusione con impianti fissi e a domanda è stata motivata dai minori costi rispetto a quelli dell'approvvigionamento, trasporto e distribuzione di acqua, e da metodo irriguo che riduce al massimo anche la forza lavoro. Oggi, sui 2.553.000 ettari di 491.000 aziende agricole l'acqua arriva erogata dai Consorzi di bonifica che gestiscono oltre 200.000 km di reti irrigue italiane che si diramano dalla rete principale che comprende anche le nostre storiche canalizzazioni, come i Navigli lombardi e i grandi canali Emiliano Romagnolo, Villoresi e Cavour. Le condotte di adduzione dei Consorzi sono lunghe complessivamente 23.000 km, 16.000 km le arginature controllate, circa 30.000 le briglie e gli sbarramenti, migliaia le opere di presa, oltre 600 gli impianti idrovori e un migliaio quelli di sollevamento delle acque. Per prevenire e fronteggiare i rischi del riscaldamento globale con sempre più impetose fasi di siccità, per non sprecare troppa risorsa, Coldiretti, Confagricoltura e CIA-Agricoltori Italiani, puntano decisamente all'irrigazione meno "sprecona" cosicché l'agricoltura diventa anche un campo aperto alla "coltivazione" delle tecnologie più evolute con il controllo digitale, in real time e da remoto, di tutte le fasi dell'irrigazione e della micro-irrigazione.

È l'agricoltura 4.0 o a goccia o di precisione, che permette di conoscere quando e come irrigare, calcolando volumi d'acqua,

angoli di gittata, livelli di polverizzazione del getto. Le tecnologie consentono il passaggio da sistemi fuori controllo a impianti di nuova generazione che, con piattaforme IoT, rilevano i dati agro-meteorologici e con modelli previsionali monitorano le fasi delle colture, calibrando l'irrigazione. La sensoristica di ultima generazione informa gli agricoltori più tecno in quali aree dei campi e in quali quantità somministrare acqua. Si ottimizza l'uso della risorsa e si migliorano le rese e le caratteristiche organolettiche poiché si evitano alle piante gli stress da carenza o da sovrabbondanza di acqua.

L'evoluzione tecnologica tra i coltivi, dove è applicata, è veloce e straordinaria nell'indicare l'effettivo fabbisogno idrico e nel valutare le migliori strategie per l'irrigazione e il risparmio di acqua. I sensori meteo-climatici, ad esempio, inviano dati di evapotraspirazione e segnalano il fabbisogno idrico effettivamente necessario. Sonde di umidità del suolo da unità wireless rilevano in tempo reale l'umidità e il contenuto di acqua nel primo strato dei terreni. La rete di sensori, alimentati dal solare, interagisce sul campo agricolo e gira informazioni all'elaboratore, così come i dati dai satelliti in orbita a oltre 800 km dalla superficie terrestre che inviano immagini geo-riferite con l'analisi visiva della condizione delle colture nelle aree agricole più vaste, e sono gli algoritmi e l'intelligenza artificiale a indicare sui display dell'agricoltore - anche da remoto - qual è il momento migliore per irrigare. Le tecnologie ci fanno immaginare applicazioni sempre più in dettaglio e adattabili ai diversi territori e alle aree e alle variazioni climatiche, con una efficienza mai avuta nei consumi di acqua. Un motivo in più per portare la connessione a banda ultra larga anche nelle aree rurali.





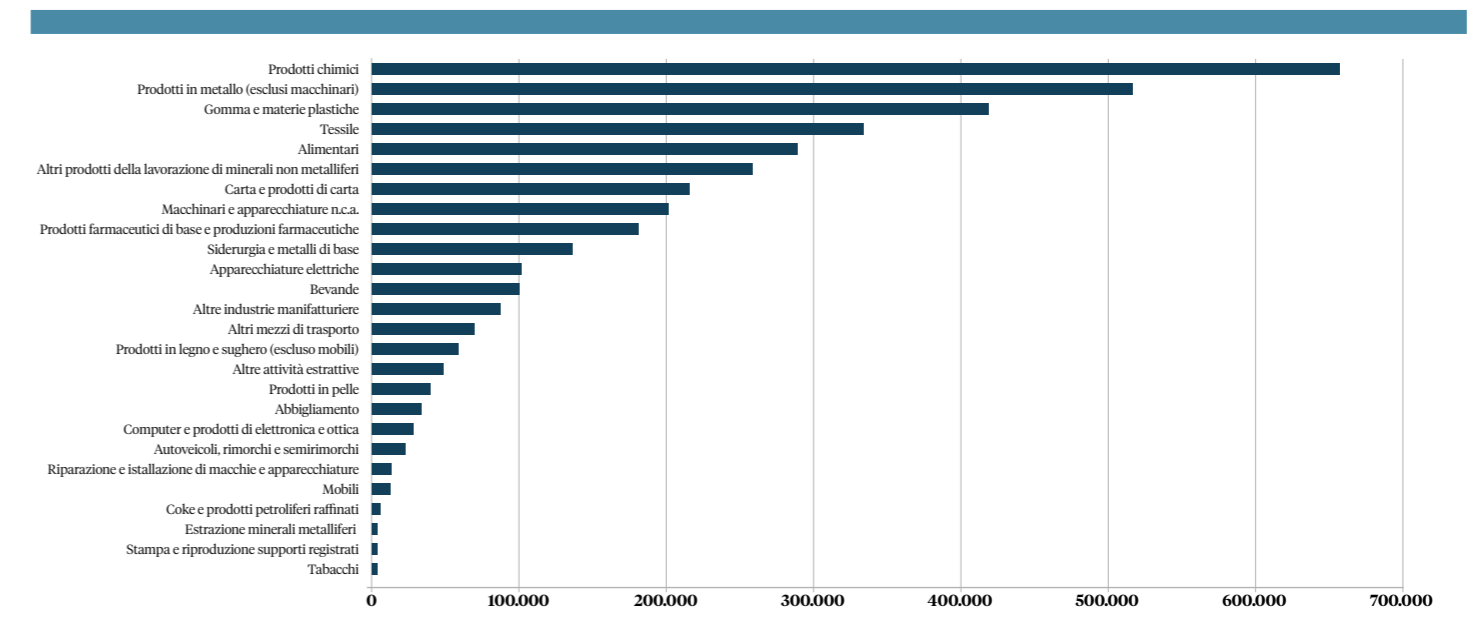
# 6.

## Uso dell'acqua nel settore industriale

I fabbisogni industriali variano col variare della tipologia industriale, ma l'industria è tra i comparti più idro-esigenti anche se è il meno percepito come tale. Preleva oggi in media annua 7,7 miliardi di m<sup>3</sup> e 6,9 miliardi di m<sup>3</sup> utilizzati soprattutto nel petrolchimico, nel metallurgico, nel tessile e nel ciclo produttivo per alimenti, cosmetici o farmaci. È imbarazzante la mancanza di sistemi di recupero di acqua piovana o di acqua di depurazione a fronte degli elevatissimi consumi di ottima acqua di falda, in gran parte per utilizzi che spesso diventano

anche sprechi: sanificazione degli impianti, cicli termici per il raffreddamento dei macchinari, lavaggio di piazzali e automezzi. Il consumo di acqua nel settore vale circa il 20% del consumo totale, ed è in costante aumento, nonostante ci siano soluzioni a portata di mano per risparmiare, recuperare e riutilizzare acqua, anche con sinergie tra aziende. La prima e unica indagine sistematica, realizzata nel 1968 dall'Istituto di Ricerca sulle Acque del Consiglio Nazionale delle Ricerche, condotta per rilevare dati attendibili, mostrava prelievi di

**ATTIVITÀ ECONOMICHE IDROESIGENTI**  
Consumo annuale in migliaia di m<sup>3</sup>

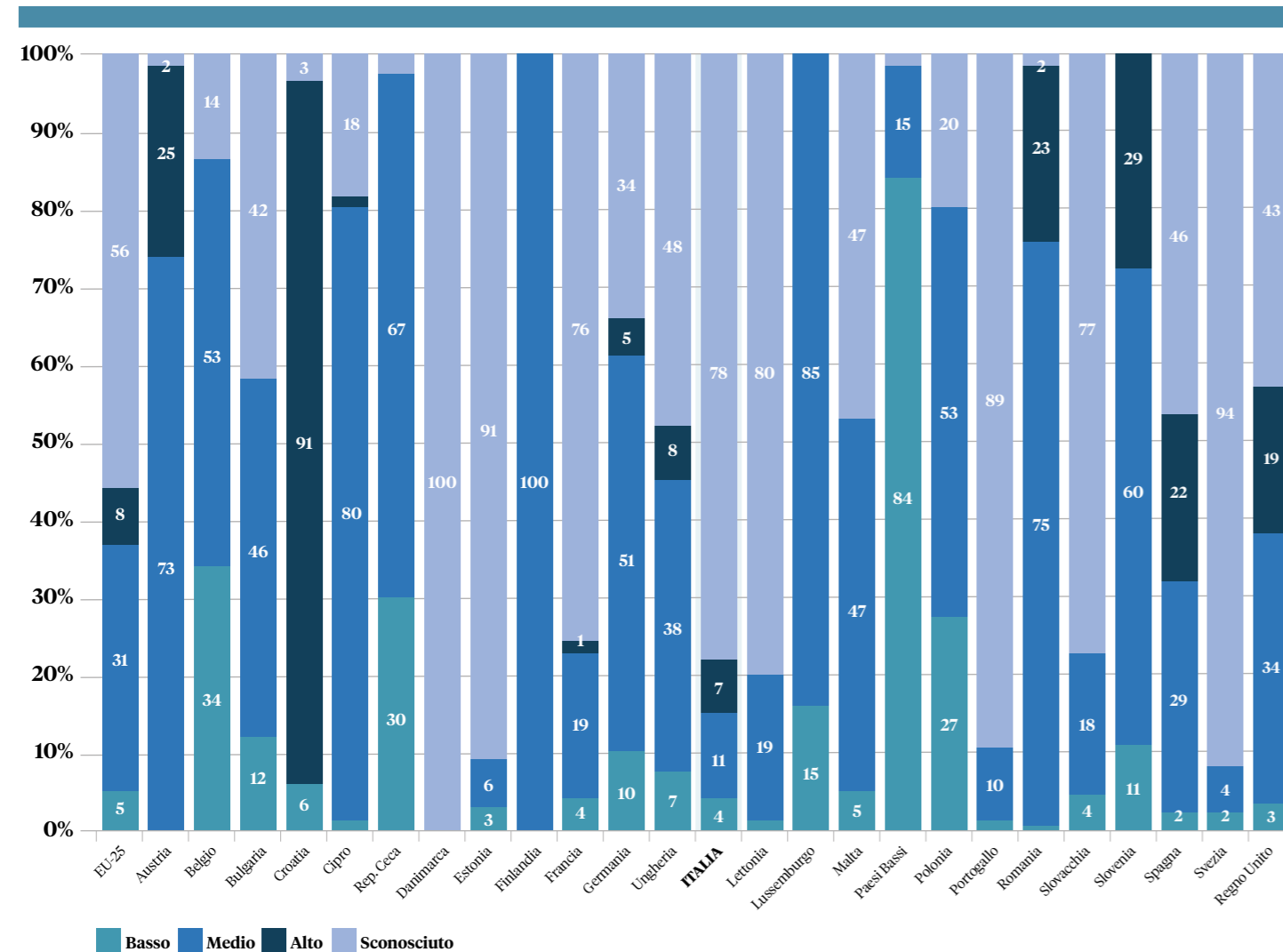


Fonte: ISTAT

acqua dolce per l'industria valutati per circa 9 miliardi di metri cubi. Il prelievo istantaneo medio risultava pari a circa 380 mc/sec., dei quali 170 mc/sec per le centrali termoelettriche e 210 mc./sec. per gli altri settori di produzione. L'indagine dimostrava anche con chiarezza che: "... una razionale localizzazione dei futuri insediamenti industriali, con la utilizzazione di acqua di qualità diverse (di mare e salmastre) e ricorrendo a sistemi atti a ridurre l'impiego di acqua (come il raffreddamento ad aria) si possono limitare considerevolmente i fabbisogni di acqua dolce". Rilevava consumi più bassi, circa l'39,1% dell'acqua totale prelevata nell'industria chimica e del cuoio, e i più alti per il cartario, tessile e coke (33%) e le industrie petrolifere (21%).

In media consumava il 5% dell'acqua prelevata, e restituiva dagli stabilimenti industriali il 95% acqua di scarico inquinata. Ma il problema del consumo industriale non è solo e principalmente quello della quantità di acqua prelevata quanto piuttosto quello della qualità della reimmissione a causa delle trasformazioni chimiche, di temperatura o di presenza di inquinanti che questa presenta. Il peso inquinante dell'industria è evidente, ed è un settore dove dovrebbe essere rigoroso il trattamento di depurazione realizzato direttamente all'interno delle aziende ma che invece in parte si affida ancora allo smaltimento selvaggio e fuori controllo pubblico. Quanto ai consumi, è in atto una riduzione

**STATO DI INQUINAMENTO DELLE ACQUE SUPERFICIALI PER PAESE 2020**



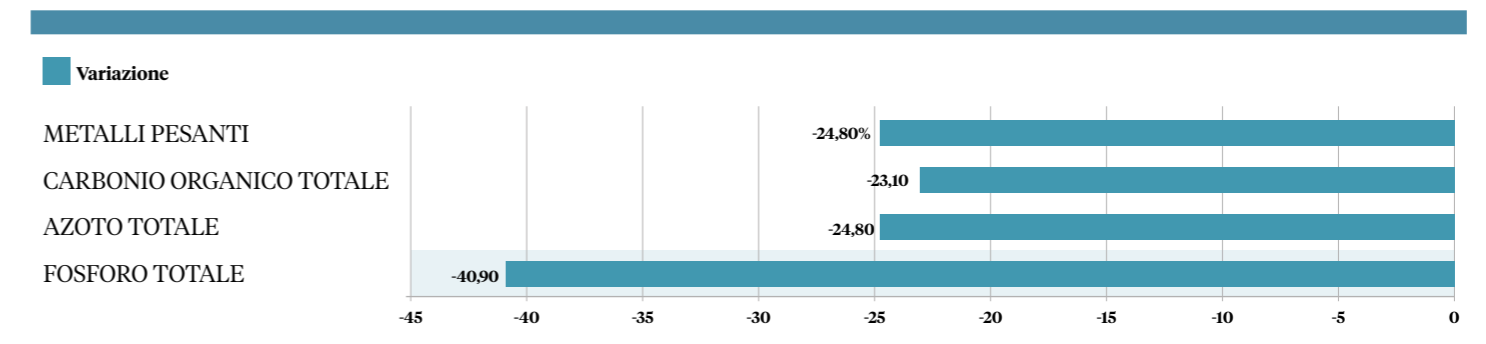
Fonte: Agenzia Europea per l'Ambiente



dovuta al miglioramento delle tecnologie e anche alla delocalizzazione all'estero della produzione industriale più idro-esigente. In Europa le industrie hanno progressivamente ridotto i quantitativi di agenti inquinanti che rilasciano nelle acque, ma non tutte le sostanze sono state interessate allo stesso modo da questa riduzione. Secondo la European environmental agency (Eea), nel 2019 solo il 40% delle acque europee era in buono stato ecologico e il 38% in buono stato chimico. A incidere fortemente sulla cattiva qualità dell'acqua sono soprattutto quelle industrie che continuano a rilasciare sostanze inquinanti che alterano ecosistemi, costituendo un fattore di rischio anche per la salute umana. Il 23 ottobre 2020 l'Unione europea ha introdotto la direttiva 200/6/Ce, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acqua. Insieme alla Direttiva 2010/75/UE sulle

emissioni industriali, si inserisce all'interno di un programma il cui obiettivo è promuovere lo sviluppo industriale cercando allo stesso tempo di arginarne l'impatto negativo sull'ambiente. Dal 2010 al 2019, in Italia come in molti altri paesi Ue, gli scarichi illegali da parte delle industrie erano in parte progressivamente diminuiti, soprattutto per i metalli pesanti e con meno consistenza per rilasci di carbonio organico, fosforo e azoto. Ma il 2019 ha segnato una nuova ripresa. Tra le sostanze più dannose rilasciate dalle industrie ci sono i metalli pesanti, in particolare cadmio, mercurio, nichel e piombo, altamente tossici, con effetti cancerogeni negli esseri umani. Altre sostanze particolarmente nocive sono l'azoto e il fosforo che, quando rilasciati in grandi quantitativi, mettono in pericolo le specie acquatiche acidificando il loro habitat.

**VARIAZIONE DEL RILASCIO DI INQUINANTI NELLE ACQUE ITALIANE 2010-2019**



Fonte: Agenzia Europea per l'Ambiente

## ATTIVITÀ INDUSTRIALI IDROESIGENTI PER DISTRETTO IDROGRAFICO (migliaia di m³)

Distretto	Po			Alpi orientali		
	Fornitura pubblica	Auto fornitura	Totale	Fornitura pubblica	Auto fornitura	Totale
Prodotti chimici	0,00	428.053,30	428.053,30	0,00	74.023,67	74.023,67
Prodotti in metallo (esclusi macchinari)	0,00	277.268,22	277.268,22	0,00	95.759,44	95.759,44
Gomma e materie plastiche	37.568,83	204.560,64	242.129,47	10.765,25	58.616,16	69.381,41
Tessile	30.322,43	165.103,83	195.426,26	5.219,32	28.418,91	33.638,23
Alimentari	18.649,66	101.546,29	120.195,95	5.191,87	28.269,44	33.461,31
Altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi	0,00	106.400,60	106.400,60	0,00	45.017,61	45.017,61
Carta e prodotti di carta	14.165,74	77.131,65	91.297,39	5.991,48	32.623,24	38.614,72
Macchinari e apparecchiature n.c.a.	20.045,95	109.149,02	129.194,97	6.110,60	33.271,85	39.382,45
Prodotti farmaceutici di base e produzioni farmaceutiche	13.319,65	72.524,69	85.844,34	1.826,17	9.943,39	11.769,56
Siderurgia e metalli di base	0,00	72.494,77	72.494,77	0,00	21.142,74	21.142,74
Apparecchiature elettriche	7.832,67	42.648,43	50.481,10	3.714,82	20.226,95	23.941,77
Bevande	6.028,02	32.822,20	38.850,22	3.456,45	18.820,18	22.276,63
Altre industrie manifatturiere	5.194,52	28.283,85	33.478,37	3.523,76	19.186,67	22.710,43
Altri mezzi di trasporto	0,00	25.025,54	25.025,54	0,00	9.108,91	9.108,91
Prodotti in legno e sughero (escluso mobili)	3.381,44	18.411,75	21.793,19	2.126,84	11.580,50	13.707,34
Altre attività estrattive	0,00	13.878,75	13.878,75	0,00	6.160,10	6.160,10
Prodotti in pelle	882,16	4.803,29	5.685,45	1.105,15	6.017,48	7.122,63
Abbigliamento	1.821,18	9.916,21	11.737,39	733,26	3.992,56	4.725,82
Computer e prodotti di elettronica e ottica	1.969,89	10.725,94	12.695,83	489,66	2.666,17	3.155,83
Autoveicoli, rimorchi e semirimorchi	0,00	12.327,53	12.327,53	0,00	1.096,54	1.096,54
Riparazione e installazione di macchie e apparecchiature	630,23	3.431,57	4.061,80	193,19	1.051,89	1.245,08
Mobili	505,87	2.754,45	3.260,32	519,44	2.828,30	3.347,74
Coke e prodotti petroliferi raffinati	0,00	844,82	844,82	0,00	143,34	143,34
Estrazione minerali metalliferi	0,00	36,64	36,64	0,00	0,00	0,00
sStampa e riproduzione supporti registrati	57,11	310,95	368,06	22,11	120,38	142,49
Tabacchi	0,32	1,77	2,09	0,10	0,54	0,64
<b>TOTALE</b>	<b>162.375,67</b>	<b>1.820.456,70</b>	<b>1.982.832,37</b>	<b>50.989,47</b>	<b>530.086,96</b>	<b>581.076,43</b>

Distretto	Appennino settentrionale			Appennino centrale		
	Fornitura pubblica	Auto fornitura	Totale	Fornitura pubblica	Auto fornitura	Totale
Prodotti chimici	0,00	45.711,68	45.711,68	0,00	49.154,59	49.154,59
Prodotti in metallo (esclusi macchinari)	0,00	30.788,60	30.788,60	0,00	48.448,72	48.448,72
Gomma e materie plastiche	3.113,58	16.953,28	20.066,86	6.858,72	37.345,31	44.204,03
Tessile	9.851,45	53.640,59	63.492,04	3.180,15	17.315,72	20.495,87
Alimentari	3.250,78	17.700,30	20.951,08	5.260,46	28.642,90	33.903,36
Altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi	0,00	22.308,03	22.308,03	0,00	29.446,45	29.446,45
Carta e prodotti di carta	4.817,86	26.232,96	31.050,82	4.212,10	22.934,62	27.146,72
Macchinari e apparecchiature n.c.a.	1.668,86	9.086,86	10.755,72	1.735,57	9.450,07	11.185,64
Prodotti farmaceutici di base e produzioni farmaceutiche	3.492,50	19.016,45	22.508,95	6.290,19	34.249,73	40.539,92
Siderurgia e metalli di base	0,00	9.540,40	9.540,40	0,00	9.490,06	9.490,06
Apparecchiature elettriche	840,23	4.574,98	5.415,21	1.702,36	9.269,25	10.971,61
Bevande	855,12	4.656,07	5.511,19	1.458,47	7.941,29	9.399,76
Altre industrie manifatturiere	1.684,84	9.173,86	10.858,70	1.322,91	7.257,64	8.580,55
Altri mezzi di trasporto	0,00	11.648,22	11.648,22	0,00	5.651,91	5.651,91
Prodotti in legno e sughero (escluso mobili)	687,34	3.742,54	4.429,88	1.051,14	5.723,39	6.774,53
Altre attività estrattive	0,00	5.844,91	5.844,91	0,00	5.988,59	5.988,59
Prodotti in pelle	1.721,34	9.372,60	11.093,94	1.266,87	6.898,01	8.164,88
Abbigliamento	791,68	4.310,65	5.102,33	727,43	3.960,80	4.688,23
Computer e prodotti di elettronica e ottica	421,24	2.293,65	2.714,89	552,04	3.005,82	3.557,86
Autoveicoli, rimorchi e semirimorchi	0,00	708,07	708,07	0,00	1.684,45	1.684,45
Riparazione e installazione di macchie e apparecchiature	145,14	790,26	935,40	174,74	951,45	1.126,19
Mobili	111,95	609,54	721,49	225,12	1.225,78	1.450,90
Coke e prodotti petroliferi raffinati	0,00	233,22	233,22	0,00	566,72	566,72
Estrazione minerali metalliferi	0,00	66,69	66,69	0,00	0,00	0,00
sStampa e riproduzione supporti registrati	8,76	47,72	56,48	19,06	103,80	122,86
Tabacchi	1,40	7,62	9,02	0,99	5,41	6,40
<b>TOTALE</b>	<b>33.464,07</b>	<b>309.059,75</b>	<b>342.523,82</b>	<b>36.038,32</b>	<b>346.712,48</b>	<b>382.750,80</b>

Distretto	Appennino meridionale			Sicilia		
	Fornitura pubblica	Auto fornitura	Totale	Fornitura pubblica	Auto fornitura	Totale
Prodotti chimici	0,00	35.767,24	35.767,24	0,00	16.149,22	16.149,22
Prodotti in metallo (esclusi macchinari)	0,00	49.150,42	49.150,42	0,00	10.233,18	10.233,18
Gomma e materie plastiche	5.350,88	29.135,22	34.486,10	961,55	5.235,58	6.197,13
Tessile	3.070,04	16.716,17	19.786,21	245,21	1.335,16	1.580,37
Alimentari	8.631,57	46.998,39	55.629,96	2.752,25	14.985,85	17.738,10
Altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi	0,00	37.442,64	37.442,64	0,00	12.471,46	12.471,46
Carta e prodotti di carta	3.479,94	18.948,06	22.428,00	404,90	2.204,66	2.609,56
Macchinari e apparecchiature n.c.a.	1.076,13	5.859,45	6.935,58	193,98	1.056,21	1.250,19
Prodotti farmaceutici di base e produzioni farmaceutiche	2.278,68	12.407,27	14.685,95	640,75	3.488,83	4.129,58
Siderurgia e metalli di base	0,00	18.255,98	18.255,98	0,00	1.392,38	1.392,38
Apparecchiature elettriche	1.050,41	5.719,40	6.769,81	150,64	820,25	970,89
Bevande	2.081,52	11.333,75	13.415,27	860,72	4.686,57	5.547,29
Altre industrie manifatturiere	990,83	5.395,03	6.385,86	278,56	1.516,75	1.795,31
Altri mezzi di trasporto	0,00	15.696,90	15.696,90	0,00	1.022,18	1.022,18
Prodotti in legno e sughero (escluso mobili)	1.096,37	5.969,65	7.066,02	293,26	1.596,76	1.890,02
Altre attività estrattive	0,00	8.359,50	8.359,50	0,00	3.680,29	3.680,29
Prodotti in pelle	763,56	4.157,55	4.921,11	11,30	61,55	72,85
Abbigliamento	737,78	4.017,17	4.754,95	47,22	257,13	304,35
Computer e prodotti di elettronica e ottica	269,44	1.467,06	1.736,50	191,79	1.044,28	1.236,07
Autoveicoli, rimorchi e semirimorchi	0,00	4.839,31	4.839,31	0,00	137,12	137,12
Riparazione e installazione di macchie e apparecchiature	248,00	1.350,36	1.598,36	92,91	505,86	598,77
Mobili	125,47	683,16	808,63	15,12	82,32	97,44
Coke e prodotti petroliferi raffinati	0,00	420,03	420,03	0,00	704,21	704,21
Estrazione minerali metalliferi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
sStampa e riproduzione supporti registrati	12,75	69,41	82,16	4,17	22,68	26,85
Tabacchi	0,75	4,10	4,85	0,00	0,00	0,00
<b>TOTALE</b>	<b>31.264,12</b>	<b>340.163,22</b>	<b>371.427,34</b>	<b>7.144,33</b>	<b>84.690,48</b>	<b>91.834,81</b>

Distretto	Sardegna			Totale Italia		
	Fornitura pubblica	Auto fornitura	Totale	Fornitura pubblica	Auto fornitura	Totale
Prodotti chimici	0,00	7.239,29	7.239,29	0,00	656.098,99	656.098,99
Prodotti in metallo (esclusi macchinari)	0,00	4.454,42	4.454,42	0,00	516.103,00	516.103,00
Gomma e materie plastiche	276,17	1.503,73	1.779,90	64.894,98	353.349,92	418.244,90
Tessile	157,33	856,67	1.014,00	52.045,93	283.387,05	335.432,98
Alimentari	1.038,68	5.655,56	6.694,24	44.775,27	243.798,73	288.574,00
Altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi	0,00	4.786,21	4.786,21	0,00	257.873,00	257.873,00
Carta e prodotti di carta	98,18	534,60	632,78	33.170,20	180.609,79	213.779,99
Macchinari e apparecchiature n.c.a.	59,50	323,96	383,46	30.890,59	168.197,42	199.088,01
Prodotti farmaceutici di base e produzioni farmaceutiche	3,21	17,48	20,69	27.851,15	151.647,84	179.498,99
Siderurgia e metalli di base	0,00	1.332,66	1.332,66	0,00	133.648,99	133.648,99
Apparecchiature elettriche	14,21	77,40	91,61	15.305,34	83.336,66	98.642,00
Bevande	407,09	2.216,57	2.623,66	15.147,39	82.476,63	97.624,02
Altre industrie manifatturiere	126,42	688,36	814,78	13.121,84	71.502,16	84.624,00
Altri mezzi di trasporto	0,00	154,35	154,35	0,00	68.308,01	68.308,01
Prodotti in legno e sughero (escluso mobili)	225,30	1.226,74	1.452,04	8.861,69	48.251,33	57.113,02
Altre attività estrattive	0,00	3.349,87	3.349,87	0,00	47.262,01	47.262,01
Prodotti in pelle	3,75	20,39	24,14	5.754,13	31.330,87	37.085,00
Abbigliamento	8,37	45,56	53,93	4.866,92	26.500,08	31.367,00
Computer e prodotti di elettronica e ottica	11,02	60,02	71,04	3.905,08	21.262,94	25.168,02
Autoveicoli, rimorchi e semirimorchi	0,00	5,99	5,99	0,00	20.799,01	20.799,01
Riparazione e installazione di macchie e apparecchiature	34,97	190,43	225,40	1.519,18	8.271,82	9.791,00
Mobili	3,33	18,15	21,48	1.506,30	8.201,70	9.708,00
Coke e prodotti petroliferi raffinati	0,00	71,66	71,66	0,00	2.984,00	2.984,00
Estrazione minerali metalliferi	0,00	1.258,67	1.258,67	0,00	1.362,00	1.362,00
sStampa e riproduzione supporti registrati	1,10	6,00	7,10	125,06	680,94	806,00
Tabacchi	0,00	0,00	0,00	3,56	19,44	23,00
<b>TOTALE</b>	<b>2.468,63</b>	<b>36.094,74</b>	<b>38.563,37</b>	<b>323.744,61</b>	<b>3.467.264,33</b>	<b>3.791.008,94</b>



# 7.

## Uso dell'acqua nel servizio idrico integrato

### Al servizio idrico solo l'1% del totale della spesa pubblica in tutti i settori

Se c'è un elemento naturale strettamente dipendente dalle infrastrutture questo elemento è l'acqua. E per poterla prelevare, stoccare, controllare, distribuire, utilizzare, depurare e poi riutilizzare per molte attività con usi diretti o indiretti, c'è un servizio essenziale: il servizio idrico integrato (SII) con la depurazione dalla benemerita Legge numero 36 del 1994, conosciuta come Legge Galli. Ma, nonostante lo stato disastroso di una parte della nostra rete idrica e i clamorosi disservizi in particolare

verso Sud, il SII è relegato molto ai margini della nostra spesa pubblica. Un dato eclatante di questa sottovalutazione è l'incidenza percentuale della spesa nel SII rispetto al totale della spesa pubblica primaria dei vari livelli di governo. L'analisi condotta dall'Agenzia di coesione-Sistema conti pubblici territoriali su tutti i settori di intervento pubblico 2000-2019, calcola negli anni un valore quasi impercettibile, di poco superiore all'1% della spesa primaria netta consolidata, con un tendenziale aumento dell'incidenza fino al 2008 e un calo più evidente nel 2010, cui ha fatto seguito un assestamento che ha ricondotto nel 2019 il settore al valore di inizio periodo.

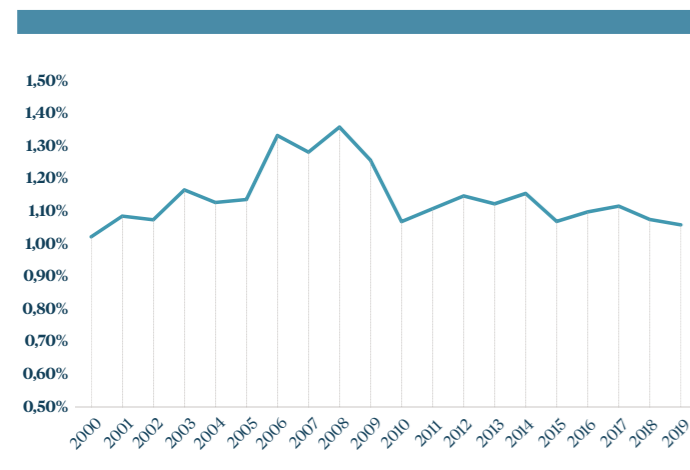
#### PERCENTUALE SULLA SPESA PRIMARIA PER REGIONE

REGIONE	% 2000	% 2019	REGIONE	% 2000	% 2019
Piemonte	1,1	2,0	Marche	1,2	1,3
Valle d'Aosta	1,5	0,6	Lazio	0,4	0,8
Liguria	0,7	2,7	Abruzzo	1,2	1,3
Lombardia	0,9	0,6	Molise	2,8	1,2
P.A. di Trento	1,2	1,2	Campania	1,4	0,9
P.A. di Bolzano	0,8	1,2	Puglia	1,2	0,8
Veneto	0,8	1,2	Basilicata	0,8	1,0
Friuli Venezia Giulia	1,2	2,2	Calabria	0,9	0,9
Emilia Romagna	1,4	1,4	Sicilia	1,3	0,7
Toscana	0,9	0,5	Sardegna	1,7	1,2
Umbria	1,0	1,3	Media nazionale	1,2	1,2

*Elaborazione su dati Sistema Conti Pubblici Territoriali*

### INCIDENZA DELLA SPESA PRIMARIA NETTA CONSOLIDATA NEL SERVIZIO IDRICO INTEGRATO SUL TOTALE DELLA SPESA PRIMARIA NETTA CONSOLIDATA DI TUTTI I SETTORI IN ITALIA

Anni 2000-2019 (valori percentuali)



Fonte: elaborazione su dati Sistema Conti Pubblici Territoriali

### DISTRIBUZIONE SPESA PRIMARIA NETTA CONSOLIDATA NEL SERVIZIO IDRICO INTEGRATO TRA VARI LIVELLI DI GOVERNO E TIPOLOGIE DI ENTE IN ITALIA

Anno 2019 (migliaia di euro a prezzi costanti 2015 e valori percentuali) e media anni 2000-2019 (valori percentuali)

	2019		Media 2000-2019
	v.a.	%	%
<b>Amministrazioni centrali</b>	<b>54.183,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,8</b>
Stato	54.183,5	0,5	0,8
<b>Amministrazioni Locali</b>	<b>869.332,0</b>	<b>8,5</b>	<b>17,8</b>
Enti dipendenti	1.499,5	0,0	0,0
Comuni	852.837,0	83,4	17,5
Province e città metropolitane	4.230,4	0,0	0,0
Comunità montane e unioni varie	10.765,0	0,1	0,4
<b>Amministrazioni regionali</b>	<b>233.532,9</b>	<b>2,3</b>	<b>5,4</b>
Amministrazione regionale	178.643,4	1,8	3,8
Enti dipendenti	54,0	0,5	1,6
<b>Imprese Pubbliche Locali</b>	<b>8.986.928,9</b>	<b>88,3</b>	<b>75,8</b>
Consorzi e forme associative	147.636,5	1,5	2,2
Aziende e istituzioni	147.845,8	1,5	2,0
Società e fondazioni partecipate	8.691.446,6	85,4	71,5
<b>Imprese Pubbliche Nazionali</b>	<b>37.796,0</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>
<b>Totale complessivo</b>	<b>10.181.773,3</b>	<b>4.677,5</b>	<b>7.681,5</b>

Fonte: elaborazione su dati Sistema Conti Pubblici Territoriali

Come si può notare dalle tabelle, in media dal 2000 al 2019 oltre i tre quarti (75,8%) delle spese totali per il SII sono state sostenute dalle aziende idriche in forma societaria. I Comuni, che sostenevano in media agli inizi degli anni 2000 il 41% della spesa totale, sono scesi a poco meno del 18% della spesa totale, poi continuamente ridotta al punto che nel 2019 risultava appena dell'8,5% e il calo è continuato. Al contrario, è aumentata la spesa da parte delle aziende dal 50% del 2000 a oltre l'88% di oggi.

### Prelievi per 9,5 mld di m<sup>3</sup> utilizzi per 5,2 mld di m<sup>3</sup>

L'ISTAT sul totale dei prelievi di acqua, valuta il prelievo annuo dell'acqua per uso potabile al 20%, all'incirca 9,5 miliardi di m<sup>3</sup>. Ma riescono ad arrivare ai rubinetti solo 5,2 miliardi di m<sup>3</sup>.

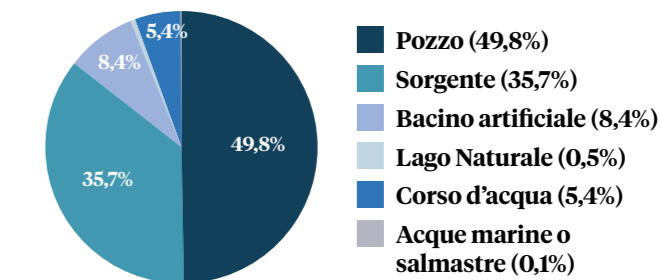
Questo differenziale già segnala uno dei problemi di un comparto condizionato da criticità, soprattutto verso Sud, per clamorosi ritardi infrastrutturali e di organizzazione del Servizio Idrico Integrato (SII) dovuti ai ritardi delle governance regionali e locali nell'applicazione delle leggi, e anche in parte al trascinarsi della confusione tra la risorsa acqua bene comune per legge nazionale e le infrastrutture e il lavoro che le sono funzionali, tra gli investimenti necessari con logiche di mercato e il "bioco profitto". L'onda emotiva che portò al voto del 12 e 13 giugno 2011 ben 26 milioni di italiani con il 95,35% dei Sì che sancirono che l'acqua già pubblica doveva essere pubblica, continua a far galleggiare in una parte dell'Italia e nelle istituzioni una perdurante rifiuto ideologico delle logiche industriali nel servizio idrico, e la retorica produce disimpegni e disservizi soprattutto nelle aree con i servizi primari più in ritardo. Tutti dobbiamo essere coscienti dell'immensa materialità che muove l'acqua, del suo costo che per legge dovrebbe essere coperto della tariffa nell'assenza, ormai dalla Legge Galli, di capitoli di bilancio dedicati sia dello Stato centrale che delle Regioni e dei Comuni. La gestione del bene pubblico deve rientrare nei finanziamenti pubblici, come è stato fatto, ancorché con cifre marginali rispetto ai fabbisogni, con i fondi del PNRR e altri fondi straordinari.

Sull'acqua non solo non possono più sventolare bandierine ideologiche, ma occorre incentivare il più possibile il costante lavoro di modernizzazione delle nostre infrastrutture, comprese quelle per la depurazione visto che 3 italiani su 10, neanche fossimo un Paese in via di sviluppo, non risultano ancora allacciati o a un depuratore o ad una rete fognaria, e scarichiamo

inquinanti nelle acque e nell'ambiente. Per questo l'Italia versa al giorno 165.000 euro nelle casse Ue per le prime 2 condanne della Corte di Giustizia europea già comminate. Fanno 60 milioni all'anno.

### Le fonti di approvvigionamento

Le fonti di approvvigionamento nazionale e per distretto idrografico ai fini dell'utilizzo potabile, e i prelievi di acqua a uso potabile per tipologia di fonte e per Regione rilevati dall'ISTAT, in migliaia di metri cubi, sono raffigurate nelle figure seguenti.



Fonte: ISTAT - Rilevazione sui servizi idrici

### FONTI DI PRELIEVO ACQUA PER REGIONE

Migliaia di m<sup>3</sup>

REGIONE	Sorgente	Pozzo	Corso d'acqua	Lago naturale	Bacino artificiale	Acque marine o salmastre	Volume totale prelevato
Piemonte	99.379	421.780	70.787	-	2.178	-	594.124
Valle d'Aosta	33.855	5.684	-	-	189	-	39.728
Liguria	32.768	129.525	47.217	-	47.798	251	257.558
Lombardia	237.534	1.171.352	2.323	40.016	352	-	1.451.578
P.A. di Bolzano	55.391	21.502	1	-	-	-	76.894
P.A. di Trento	112.866	20.975	3.579	44	-	-	137.464
Veneto	219.410	436.774	72.407	1.182	-	-	729.773
Friuli Venezia Giulia	37.087	178.833	7.840	-	-	-	223.761
Emilia Romagna	31.594	325.205	100.570	231	59.885	-	517.484
Toscana	91.367	251.994	101.485	1.102	13.616	768	460.333
Umbria	47.981	67.772	-	-	-	-	115.753
Marche	116.417	45.656	16.577	-	23.713	-	202.364
Lazio	874.189	252.270	9.388	3.934	473	-	1.140.254
Abruzzo	199.870	71.429	19.363	-	0	-	290.662
Molise	114.550	35.722	-	-	11.083	-	161.355
Campania	415.293	456.740	-	-	0	-	872.032
Puglia	838	115.181	-	-	93.572	-	209.590
Basilicata	171.315	4.849	-	-	139.513	-	315.676
Calabria	189.170	165.207	27.813	-	6.044	-	388.234
Sicilia	159.386	326.906	10.472	-	116.433	12.800	625.797
Sardegna	13.380	34.292	1.214	-	249.012	-	297.898
<b>ITALIA</b>	<b>3.253.640</b>	<b>4.539.648</b>	<b>491.036</b>	<b>46.509</b>	<b>763.861</b>	<b>13.819</b>	<b>9.108.312</b>

Fonte: ISTAT - Rilevazione sui servizi idrici



## Le grandi opere del federalismo idropotabile

Analizzando la ripartizione territoriale della disponibilità di fonti di acqua nei bacini idrografici del fiume Po e dei suoi 141 affluenti e dei grandi fiumi del Nord-Est - Adige, Brenta, Tagliamento, Isonzo -; del Centro Italia con il Tevere e i suoi 42 affluenti; dei bacini del Sud dal Liri-Garigliano al Volturno, dal Sele all'Ofanto; dei bacini siciliani dal Simeto all'Imera, e della Sardegna dal Tirso al Flumendosa, emergono dati molto interessanti.

La nostra disponibilità teorica pro capite di risorsa idrica varia molto tra aree regionali e anche al loro interno. In generale, se nel NordEst è al top e ben superiore rispetto al Centro o alle Regioni Padane o alla Liguria, il ricco sistema idrico Abruzzo-Molise ha grandi disponibilità da circa 2000 m<sup>3</sup>/abitante/anno come il sistema idrologico della Calabria superiori alla media nazionale. Se la Sardegna può oggi sfruttare il suo imponente



sistema di immagazzinamento in dighe e invasi, la Puglia ha una strutturale carenza di risorsa idrica. E una tale condizione strutturale richiede una infrastrutturazione fatta di interconnessioni e reti di adduzione molto articolata.

Nell'immediato dopoguerra, nell'Italia in ginocchio e con gran parte delle infrastrutture distrutte, solo grazie ai provvidenziali finanziamenti statunitensi dell'European Recovery Program, il Piano Marshall per la ricostruzione dell'Europa, che concesse all'Italia 1,5 miliardi di dollari tra l'aprile 1948 e il giugno 1952. Calcolando l'inflazione, si trattava di una cifra corrispondente a circa 164 miliardi di Euro di oggi, poco meno dell'attuale PNRR. Una parte delle risorse fu investita per ricostruire o posare reti idriche e fognature e rimettere in sesto gli impianti bombardati. L'Italia era in condizioni tragiche. Ma almeno potevano iniziare in diverse Regioni lavori per le indispensabili infrastrutture idriche. Amministratori e dirigenti comunali, progettisti, ingegneri e architetti, ma soprattutto migliaia di lavoratori in un'epopea acquedottistica portarono per la prima volta o riportarono acqua potabile nelle città, scavando chilometri di corridoi per stendere tubazione di una delle arterie fondamentali per il Paese. Gran parte della nostra rete idrica risale a quegli investimenti negli anni Cinquanta quando il 92,6% delle case non disponeva della combinazione di energia elettrica, acqua potabile e servizi igienici. Una buona parte d'Italia viveva senza l'acqua corrente in casa. In Veneto, ad esempio, su 100 case 48 non erano allacciate all'acquedotto, 52 erano senza gabinetto, 72 senza doccia o vasca da bagno, 15 senza elettricità, 81 senza il gas a rete, 86 senza termosifone.

L'Italia continuò, nei limiti delle risorse a disposizione, a rafforzare la distribuzione dell'acqua attingendo a serbatoi naturali di grande qualità come sorgenti, falde, bacini montani e fiumi.

Nel 1950 venne istituita la "Cassa per opere straordinarie di pubblico interesse nel Mezzogiorno d'Italia", meglio nota come "Cassa per il Mezzogiorno", con un programma decennale di investimenti per oltre 1.200 miliardi di lire da destinare anche ad acquedotti e impianti di irrigazione oltre ovviamente ad altre opere primarie come strade e ferrovie, linee elettriche e scuole. La spesa pubblica per l'ammodernamento infrastrutturale rappresentò l'indispensabile premessa per il successivo boom economico.

La modernizzazione del sistema idrico-fognario trovò poi un nuovo strumento finanziario e di pianificazione nel "Piano Regolatore Generale degli Acquedotti", disposto con legge 4 febbraio 1963 n. 129 che stabilì "... l'adozione di criteri uniformi per l'intero territorio del Paese per garantire a tutti un soddisfacimento adeguato dei fabbisogni idrici per il periodo di validità del Piano", e cioè fino all'anno 2015. Per quella data, il Piano ipotizzava una Italia con 74 milioni di abitanti, stimando come obiettivo una portata totale generale necessaria, nei giorni di massimo consumo, pari a 337 mc/sec., con un incremento complessivo di 172 mc/sec, rispetto alla portata media dell'epoca di 166 mc/sec. Quando, nel 1968, con la legge 219, finalmente lo approvarono, affidarono il Piano al Ministero dei Lavori Pubblici e al "Servizio Acquedotti e Fognature" della Cassa per il Mezzogiorno, e si aprì la grande stagione per la realizzazione di 19 "Schemi idrici" e "sub schemi regionali" che superavano visioni e contrasti istituzionali localistici anche sulle "proprietà" delle fonti idriche in nome del prevalente interesse pubblico.

Quel Piano portò all'aumento di circa 9 volte della portata media complessiva di acqua allora trasferita e ferma a un misero 40 m<sup>3</sup>/s., e modificò il quadro dei prelievi degli acquedotti esistenti e futuri. Dai flussi totali provenienti per il 48% da sorgenti, per il 43% da falde e per il 9% da deflussi superficiali, la nuova ripartizione prelevava il 37% dalle sorgenti, il 36% dalle falde e il 27% dagli invasi e dalle acque superficiali. Ai primi acquedotti alimentati da sorgenti (Pugliese, Campano e Peschiera che serve per il 70% Roma ed è stato l'ultimo con adduzione a pelo libero ormai con quasi 90 anni di vita del tunnel principale da 27 km ed è in attesa di un restyling urgente considerata la sismicità della zona) furono affiancati i primi acquedotti fluviali regolati da invasi, come il Pertusillo alimentato dalle acque del fiume Agri regolate dall'invaso di Pietra del Pertusillo costruito nel 1964 per la Puglia, o l'Anconella sull'Arno a Firenze per la Toscana Centrale regolato dalla diga di Bilancino inaugurata nel 1995.

## TRASFERIMENTI DI ACQUA TRA REGIONI - Migliaia di m<sup>3</sup>

Regione cedente	Regione ricevente	Acqua ceduta
Piemonte	Lombardia	4
	Liguria	117
Valle d'Aosta	-	-
Liguria	Piemonte	1.048
	Toscana	300
Lombardia	Piemonte	4
	Emilia - Romagna	18
P.A. di Bolzano	-	-
P.A. di Trento	P.A. di Bolzano	15
	Veneto	880
Veneto	Friuli Venezia Giulia	548
Friuli Venezia Giulia	Veneto	10.070
	Estero	21
Emilia Romagna	Lombardia	1.128
	Veneto	620
Toscana	Toscana	330
	Marche	656
Lazio	Estero	100
	Emilia - Romagna	480
Umbria	Umbria	1.225
	Lazio	1.430
Marche	Marche	2.800
	Lazio	670
Lazio	Emilia - Romagna	3.100
	Toscana	350
Abruzzo	Umbria	3.800
	Marche	21
Molise	Molise	39
	Campania	133.400
Campania	Marche	143
	Lazio	964
Puglia	Molise	890
	Campania	94.757
Basilicata	Puglia	1.020
	Lazio	1.859
Calabria	Puglia	120.000
	Basilicata	440
Sicilia	-	-
Sardegna	Puglia	214.500
	Calabria	2.333
Estero	-	-
	Friuli Venezia Giulia	2.080
<b>ITALIA</b>	-	<b>602.160</b>

Fonte: ISTAT - Rilevazione sui servizi idrici



Quelle prime grandiose opere degli “Schemi Idrici” restano l’ultimo grande investimento pubblico nel settore delle acque, ed hanno aumentato le disponibilità e redistribuita l’acqua con un meccanismo solidale che potremmo definire di “Federalismo idropotabile”, garantendo importanti trasferimenti idrici da una regione all’altra con sistemi interconnessi. Dalla fine del 1977, prima che la competenza passasse alle Regioni, la Cassa per il Mezzogiorno definì per il Sud i fabbisogni ottimali di ogni sistema idrico. Del resto, se al Centro-Nord c’erano bacini interconnessi grazie a lunghi fiumi a partire dal Po, il Sud doveva ricreare fiumi artificiali, lunghi trasporti d’acqua nel segno della solidarietà nazionale per alimentare i nuovi acquedotti del SII, pareggiando in qualche modo le condizioni di accesso all’acqua, e quel compito spettava alla responsabilità finanziaria dello Stato.

Oggi imponenti volumi di scambi di acqua sono concentrati nel Centro-Sud, in partenza dai grandi serbatoi naturali sui monti della Basilicata, della Campania e del Molise che affluiscono in Puglia, l’area con il maggior volume di acqua in ingresso, pari a circa 335,5 milioni di m<sup>3</sup> complessivi all’anno. Ma è significativo anche il volume del flusso di acqua verso la Campania con circa 228 milioni di m<sup>3</sup> all’anno dal Lazio e dal

Molise. Sono Puglia e Campania a utilizzare rispettivamente del 61,6% e del 23,7% dei flussi di acqua regionali provenienti da risorse esterne. La Puglia riceve i maggiori trasferimenti proprio dalla Campania attraverso la nuova Galleria “Pavoncelli bis”, entrata da poco finalmente in esercizio in sostituzione della prima galleria Pavoncelli danneggiata dal devastante terremoto del 1980, conducendo acqua dal complesso delle sorgenti campane di Caposele e di Cassano Irpino, gestita dall’Acquedotto Pugliese. Ovviamente è previsto un ristoro economico che la Regione Puglia riconosce alla Regione Campania pagando 6 centesimi di euro a m<sup>3</sup>, e visto che il trasferimento annuo verso il territorio pugliese, e anche lucano, copre fino ad un massimo di circa 150 milioni di m<sup>3</sup> il ristoro complessivo raggiunge i 9 milioni di euro all’anno.

Qui sotto il prospetto dell’ISTAT dei flussi di acqua ad uso potabile tra Regioni, volumi in migliaia di metri cubi.

In conclusione, se il Centro-Nord ha la maggiore disponibilità di acqua in prossimità dei grandi centri di consumo urbani, industriali, agricoli e civili, sia in superficie che nel sottosuolo, il Sud si approvvigiona perlopiù da risorse accumulate in invasi naturali e serbatoi artificiali dislocati nell’Appennino Meridionale e nelle aree montane delle isole maggiori.

## Dalla Legge Galli alla governance multilivello con A.R.E.R.A.

Il SII è il servizio primario che deve garantire ovunque e a tutti l’erogazione dell’acqua potabile per poi restituirla ai corpi idrici depurata. È gestito da un comparto industriale di elevata complessità tecnica e tecnologica, e di rilevanza economica, che utilizza una vasta tipologia di impianti (dighe e invasi, acquedotti, potabilizzatori, impianti di sollevamento, depuratori...) e servizi commerciali e finanziari. Ma il punto di svolta fu raggiunto con le “Disposizioni in materia di risorse idriche” della Legge Galli n. 36, votata dal Parlamento il 5 gennaio 1994. In una Italia alle prese con l’enorme voragine del debito pubblico e con i Comuni al collasso e non più in grado di fare investimenti, a conclusione di una lunghissima maratona durata due legislature, la Galli segnò l’inizio dell’era moderna del pubblico servizio idrico provando a risollevarne un Paese in pieno disastro depurazione, con circa metà popolazione senza acquedotti o con impianti obsoleti. Tre obiettivi raggiunti fecero dell’Italia il primo Paese europeo a sancire l’accesso all’acqua come un diritto umano fondamentale e la risorsa come un patrimonio ambientale collettivo, a garantire la natura pubblica di tutte le acque superficiali e sotterranee e la loro salvaguardia

per le generazioni future, unificando l’intero ciclo dal prelievo al depuratore. Incentivò lo scatto di efficienza industriale prevedendo l’obbligo di costituzione di un solo gestore per ognuno dei 92 ambiti ottimali in cui fu suddivisa l’Italia, creando un meccanismo finanziario nuovo e centrato sulla tariffa in grado di coprire i costi e di remunerare gli investimenti in maniera equa, da definire: «... tenendo conto della qualità della risorsa idrica e del servizio fornito, delle opere e degli adeguamenti necessari, dell’entità dei costi di gestione delle opere, dell’adeguatezza della remunerazione del capitale investito e dei costi di gestione delle aree di salvaguardia, in modo che sia assicurata la copertura integrale dei costi di investimenti e di esercizio».

La gestione industriale di ambito superava le fallimentari gestioni comunali e la proliferazione di altre piccole aziende decotte o gestite in maniera clientelare. Solo la sua mancata applicazione ancora condiziona parte del Paese che si ritrova con i servizi peggiori. La 36/94 fu anche una legge federalista, risentiva del lungo dibattito che aveva portato alla nascita delle Regioni, e della necessità di rilanciare un nuovo ruolo dei Comuni che, dopo un secolo di infrastrutture idriche realizzate e gestite dallo Stato e dall’intervento straordinario nel Mezzogiorno, avevano davanti a sé un nuovo contesto giuridico e industriale.

I concetti della legge Galli, poi ripresi dal “Codice dell’ambiente”, il testo unico in materia di tutela ambientale emanato con Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, stabilivano natura e proprietà pubblica di tutte le acque sotterranee e superficiali, la proprietà pubblica e comunale di reti e impianti come beni demaniali inalienabili ai sensi dell’articolo 133 del Decreto 152be degli articoli 822 e 823 del Codice civile, essendo beni né vendibili né privatizzabili né soggetti a concorrenza, compresi tutti gli impianti realizzati dai nuovi gestori selezionati con gara ad evidenza pubblica, da restituire ai Comuni a fine concessione.

Il modello di gestione del SII sostituì così, con la tariffa, il vecchio tributo o tassa uguale per tutti e per tutti i consumi. A Regioni e Comuni lasciava libertà di scelta di un modello di gestione, ma sempre con la garanzia del controllo pubblico. Il nuovo “idraulico delle città” doveva prevedere comunque una partecipazione della parte pubblica sia come società a capitale integralmente pubblico, sia come società mista con quote di minoranza affidate a partner industriali che, in realtà, sono quasi sempre altre aziende o multiutility quotate in borsa e controllate a maggioranza dai sindacazionisti. Proprio ai sindaci veniva affidato un triplo ruolo in quanto autorità pubblica con competenze sia sulla pianificazione degli investimenti nei Piani di ambito, sia nella regolazione tariffaria, e sia come affidatario del servizio di gestione e nello stesso tempo azionista di maggioranza o integrale del gestore per i quali selezionano anche management e Cda.

Il modello ha comunque messo in pista grandi e insperati investimenti, soprattutto nel Centro-Nord, ma mostra anche falle dovute alla perdurante sottovalutazione della rilevanza economica del SII. L’autonomia finanziaria del settore, infatti, non si regge con il solo scarico in tariffa di tutti i costi, e con il solo flusso delle bollette più basse dell’area Ue.

Ma non tutte le Regioni hanno applicato la legge Galli e in alcune aree del Sud tutto è rimasto più o meno come era. Sono 2.391 oggi le gestioni del servizio idrico di cui 1997 comunali e 394 aziende idriche che, con 8 multiutility quotate in borsa - le più grandi ACEA, A2a, IREN, HERA - rappresentano quanto di meglio la politica ha saputo realizzare nel settore dei servizi pubblici locali che operano con verifiche pubbliche di risultato e con utili che entrano anche nelle casse comunali. Dove ci sono aziende efficienti, si sono concluse storiche e croniche emergenze. Dove mancano aziende efficienti, restano condizioni che ci fanno vergognare, a volte paragonabili a quelle di alcuni Paesi in via di sviluppo.

Il principio di unicità del gestore del servizio idrico per ciascun ATO, ribadito ancora dal d.l. 133/2014 “Sblocca Italia”, e oggi dagli obblighi previsti per l’accesso al Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza, non ha ancora ridotto la frammentazione orizzontale e le gestioni comunali in economia. In un buon terzo d’Italia i gap infrastrutturali sono evidenti, con governance poco interessate al depauperamento qualitativo delle infrastrutture, all’aumento dei disservizi, alla urgenza di investimenti resi evidenti con l’aumento di eventi come le siccità.



### AMBITI TERRITORIALI OTTIMALI E COSTITUZIONE DEGLI ENTI DI GOVERNO DI AMBITO

REGIONE	Numero di ATO	Livello regionale	Livello provinciale	Altro livello territoriale	Ente di governo di ambito
Piemonte	6	-	3	3	SI
Valle d'Aosta	1	1	-	-	SI
Liguria	5	-	3	2	SI
Lombardia	12	-	12	-	SI
P.A. di Trento	-	-	-	-	-
P.A. di Bolzano	-	-	-	-	-
Veneto	8	-	1	7	SI
Friuli Venezia Giulia	1	1	-	-	SI
Emilia Romagna	1	1	-	-	SI
Toscana	1	1	-	-	SI
Umbria	1	1	-	-	SI
Marche	5	-	3	2	SI
Lazio	5	-	5	-	NO
Abruzzo	1	1	-	-	SI
Molise	1	1	-	-	NO
Campania	1	1	-	-	SI
Puglia	1	1	-	-	SI
Basilicata	1	1	-	-	SI
Calabria	1	1	-	-	SI
Sicilia	9	-	9	-	no
Sardegna	1	1	-	-	si
<b>ITALIA</b>	<b>62</b>	<b>12</b>	<b>36</b>	<b>14</b>	-

Fonte: ISTAT - Rilevazione sui servizi idrici

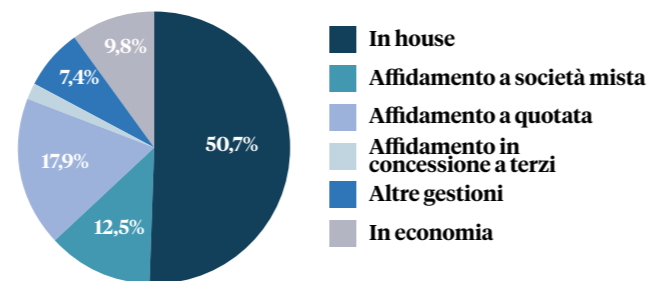
Il SII è l’unico settore di utilizzo di acqua dal 2012 sotto il controllo di una Autorità nazionale pubblica e indipendente: l’Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente ARERA, riferimento delle Autorità di regolazione locali composte dalle assemblee dei sindaci nei 62 Ambiti Territoriali Ottimali. Il modello di regolazione è multilivello, diverso dalle altre Authority europee poiché mette al centro, eccetto nella Regione Puglia che controlla al 100% l’Acquedotto Pugliese, soprattutto i Comuni con un loro ruolo determinante nell’affidamento e nella organizzazione del servizio, nella scelta della forma di gestione e nel controllo della gestione, nella valutazione dei risultati e nella partecipazione agli utili, nella determinazione e

modulazione delle tariffe di Ambito, nella definizione dei piani di investimento a lungo termine e nella selezione del management e degli organigrammi delle aziende idriche. E coinvolge diversi soggetti con diverse funzioni:

› **ARERA Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente** svolge attività di regolazione e controllo dei servizi idrici, promuove e monitora gli investimenti infrastrutturali, aggiorna il metodo tariffario e predisponde le tariffe base, assicura la trasparenza delle condizioni di servizio, definisce i livelli minimi di qualità per gli aspetti tecnici, contrattuali e per gli standard del servizio, predisponde le convenzioni tipo per i rapporti tra Enti di Governo di Ambito e ingestori del SII.

- › **Autorità di bacino distrettuali** Elaborano il Piano di bacino distrettuale con i fabbisogni idrici e la definizione del bilancio idrico. Attraverso l'Osservatorio Permanente sugli utilizzi idrici con la partecipazione attiva di tutti i soggetti pubblici e privati coinvolti, individua le strategie di uso della risorsa idrica, e programma le azioni e le norme finalizzate alla tutela e al corretto utilizzo dell'acqua.
- › **Ministero dell'Ambiente e della sicurezza energetica** ha compiti di indirizzi generali e di coordinamento per l'uso sostenibile della risorsa idrica, prevenzione dell'inquinamento, priorità di interventi, valutazione ambientale delle opere strategiche. Definisce con decreto del Ministro le componenti di costo della tariffa.
- › **Ministero delle infrastrutture e dei Trasporti** ha compiti di programmazione, finanziamento, realizzazione e gestione di piani di opere infrastrutturali.
- › **Regioni** definiscono gli Ambiti Territoriali Ottimali e individuano gli Enti di Governo di Ambito. Esercitano poteri sostitutivi in caso di inadempienze da parte dei gestori del SII e degli Enti di Ambito.
- › **Enti di governo d'ambito** sono gli organismi individuati dalle Regioni per ciascun Ambito Territoriale Ottimale ai quali partecipano obbligatoriamente tutti i Comuni ricadenti nel territorio e ai quali è trasferito l'esercizio delle competenze comunali in materia di gestione delle risorse idriche e programmazione delle infrastrutture idriche. Predispongono e aggiornano il Piano d'Ambito che prevede la ricognizione delle infrastrutture, il programma degli interventi, il modello gestionale e organizzativo, il piano economico-finanziario. Predispongono l'affidamento del SII, la convenzione di gestione per la regolazione dei rapporti tra Ente di governo d'ambito e il soggetto gestore sulla base della convenzione tipo dell'ARERA per l'aggiornamento del piano economico-finanziario e la predisposizione della tariffa.
- › **Comuni o altri enti territoriali** Partecipano obbligatoriamente agli Enti di Ambito e forniscono informazioni per predisporre i Piani d'Ambito. Possono realizzare opere del SII. Affidano in concessione d'uso gratuita le infrastrutture.
- › **Gestori del SII** (Aziende consortili di province e/o comuni, Consorzi istituiti e/o partecipati da province e/o comuni, Aziende speciali e municipalizzate, Società di capitali a maggioranza con partecipazione pubblica, Multiutility a maggioranza con partecipazione pubblica quotate in borsa) Gestiscono il servizio idrico integrato sul territorio dell'ATO e riscuotono la tariffa.

## QUADRO GESTIONI IDRICHE



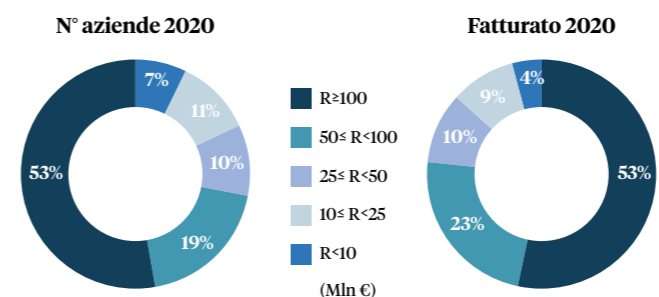
Fonte: ISTAT - Rilevazione sui servizi idrici

Il quadro delle gestioni idriche su scala nazionale, sopra raffigurato, è dunque caratterizzato da una elevata frammentazione strutturale, e presenta capacità gestionali molto diversificate nei territori, dalle eccellenze europee a servizi in alcune aree del Sud quasi inesistenti. La tipologia prevalente di affidamento in termini di popolazione è:

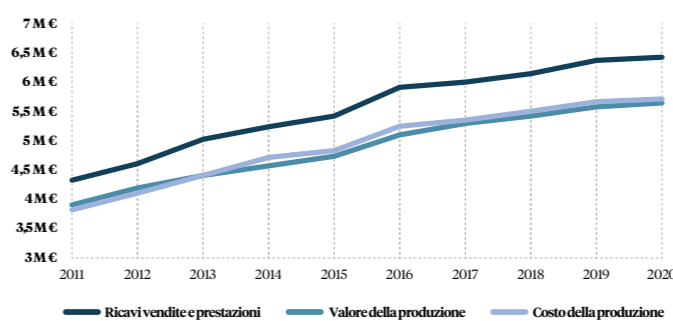
- › l'*in house providing* (51%);
- › gli affidamenti a società quotate con player principali le Multiutility quotate in borsa e a controllo pubblico ACEA, IREN, HERA, A2A che direttamente o attraverso le proprie controllate operano in più Regioni e in bacini di grandi dimensioni (18%);
- › le aziende "miste" a controllo pubblico (come le toscane PUBLIACQUA, ACQUE, NUOVE ACQUE) anch'esse società per azioni con capitale a maggioranza pubblica (12%);
- › le gestioni e le concessioni affidati a terzi (9%);
- › 1.560 gestioni ancora in economia con 8,3 milioni di residenti affidate per il 77% alle amministrazioni comunali del Sud con quote minori nel Nord-Ovest e in particolare in Valle d'Aosta e aree della Liguria e della Lombardia (10%).

Tra le gestioni interamente pubbliche vi sono anche player industriali di livello come l'Acquedotto Pugliese gestore del servizio per l'intero territorio regionale, la SMAT nella provincia di Torino, la CAP Holding nei territori provinciali di Milano, la CIIP di Ascoli e parte delle Marche, Abbanoa in Sardegna e altre. Fuori dalla riorganizzazione del ciclo di gestione della risorsa idrica definita dalla legge Galli come ciclo con caratteristiche industriali nell'intera filiera integrata, e fuori dalla regolazione, restano ancora singoli parti del SII di aree del Sud affidate a soggetti diversi come "grossisti" operanti in qualità di "venditori

all'ingrosso" di acqua (Acqua Campania, Sorical, Sicilia Acque, Molise Acque), fuori dalla regolazione. I processi di aggregazione su scala di Ambito o più elevata hanno comunque portato una crescita di qualità ed efficienza. Per i 231 (286) gestori attivi in forma societaria, con circa 29 mila addetti, che servono l'83% della popolazione italiana, la Fondazione Utilitatis stima un fatturato complessivo al 2020 di 7,8 miliardi di euro. Dal 2011 al 2020 i costi della produzione sono passati da 4,2 miliardi a oltre 6 miliardi di euro, aumentando del 42%. Nelle due figure la distribuzione del numero di gestori industriali e del fatturato per classe dimensionale al 2020, e i trend delle principali voci di conto economico.



Fonte: elaborazione su dati AIDA BvD



Fonte: elaborazione su dati AIDA BvD

Resta molto marcato il divario infrastrutturale tra Centro-Nord e Sud, con standard qualitativi correlati alla capacità degli investimenti. Nelle gestioni industriali si sale dai 49 euro per abitante all'anno investiti nel Nord-Est ai 56 euro nel Nord-Ovest, ai 61,5 euro nel Centro, mentre il Sud registra un valore medio di 26 euro. I livelli sono però molto più bassi nelle 1.560 gestioni comunali, con una media pro capite di appena 8 euro per abitante all'anno.

## GESTORI INDUSTRIALI: INVESTIMENTI PER ABITANTE IN EURO

Dato su campione di 30 milioni di abitanti

AREA	2018	2019	2020-2021
Nord-ovest	48,8	55,9	51,7
Nord-Est	43,9	49,2	47,7
Centro	58,5	61,5	64,6
Sud	29,3	26,1	34,6

Elaborazioni Fondazione Earth Water Agenda

## L'Italia preleva, perde e consuma più acqua degli altri Paesi UE

L'assetto infrastrutturale mostra oggi una evidente vetustà e carenza di una quota importante di reti acquedottistiche, causa principale delle perdite idriche. Nonostante le perdite clamorose che dai circa 9,5 miliardi di m<sup>3</sup> di acqua prelevata da fonti eccellenti, ne fanno arrivare a destinazione circa 5,2 miliardi di m<sup>3</sup>, i volumi coprono ogni allaccio ed esigenza idropotabile civile, consentendo anche l'iper-consumo medio di 245 litri di acqua pro capite al giorno, circa 100 litri più rispetto ai consumi medi dei cittadini nel resto dell'Unione.

Nella rilevazione annuale Istat 2021, l'86,0% delle famiglie risulta molto o abbastanza soddisfatto del SII. Tuttavia, il 28,5% delle famiglie dichiara ancora di "non fidarsi a bere l'acqua di rubinetto", un dato preoccupante ma in continuità con le precedenti rilevazioni, sebbene in diminuzione (nel 2002 erano il 40,1%) e con notevoli differenze territoriali che vanno dal 16,8% del Nord-Est al 57,1% nelle isole. Le percentuali più elevate di famiglie che non si fidano si riscontrano in Sicilia (59,9%), Sardegna (49,5%) e Calabria (38,2%). L'Italia si conferma però come il Paese europeo che preleva, consuma e spreca più acqua. La nostra rete idrica, rilevano i dati ARERA, lascia per strada, in media nazionale, il 40,7% dei 385 litri per abitante immessi giornalmente nelle reti comunali di distribuzione (era il 41,2% nel 2019). In alcune zone del Sud si immettono oltre 2 litri di acqua per averne 1, sulle isole bisogna spingere 1,68 litri, nell'Italia centrale 1,70, nell'Italia nord-orientale 1,64 e nell'Italia nord-occidentale 1,38.

Perché questo livello di perdite? Perché anche la condizione della rete idrica è sempre direttamente proporzionale al livello degli investimenti per la sua manutenzione con sostituzioni,

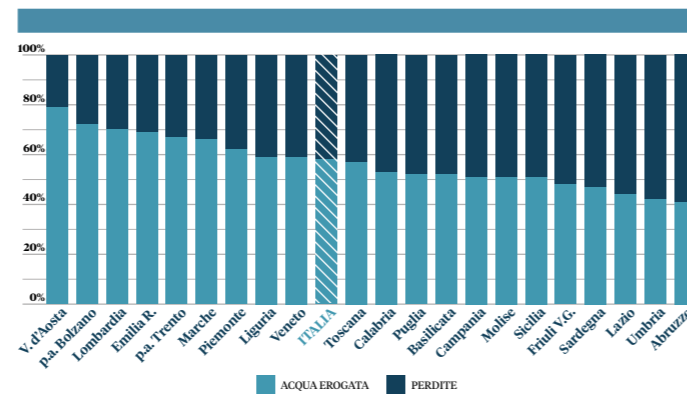
riparazioni e rigenerazioni di tratti di condotte obsolete. E gli investimenti, a loro volta, sono strettamente dipendenti dal livello delle tariffe di ambito e dall'efficienza delle aziende idriche. Nel dato generale delle perdite bisogna però tener conto della quota di perdite "commerciali" dovute a contatori obsoleti, a prelievi abusivi, a bollette non riscosse. E questa quota vale dall'8 al 10% delle perdite ufficiali complessive.

**PRELIEVI DI ACQUA PER USO CIVILE NEI PAESI UE**  
m<sup>3</sup> per abitante per anno

Paese	Acque sotterranee	Acque di superficie	TOTALE
Grecia	64	92	156
Italia	128	21	149
Irlanda	19	105	124
Bulgaria	55	64	119
Croazia	99	9	108
Spagna	33	69	102
Svezia	19	64	83
Portogallo	27	54	81
Slovenia	80	0	80
Francia	49	30	79
Olanda	44	33	77
Lussemburgo	38	38	76
Austria	75	0	75
Finlandia	44	28,5	72,5
Danimarca	64	0	64
Belgio	39	24	63
Ungheria	37	25	62
Germania	40	20	60
Rep.Ceca	27	32	59
Polonia	38	18	56
Slovacchia	44	8	52
Cipro	22	28	50
Romania	22	28	50
Lituania	46	0	46
Lettonia	32	11	43
Estonia	25	17,5	42,5
Malta	30	0	30

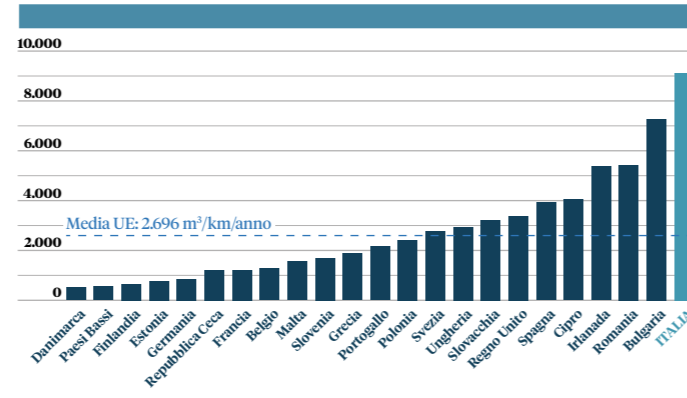
Fonte: EUROSTAT

**PERDITE NELLA DISTRIBUZIONE DELL'ACQUA A USI CIVILI**



Fonte: ISTAT - Censimento delle acque a uso civile

**PERDITE IDRICHE LINEARI IN EUROPA**  
(m<sup>3</sup>/km/anno)



NB: il dato non è disponibile nei Paesi della UE non riportati nel grafico  
Fonte: Elaborazione "The European House Ambrosetti" su dati Eurostat

L'Istat nel 2020 ha calcolato complessivamente un volume di acqua immessa nelle reti di distribuzione dei Comuni capoluogo di provincia e delle città metropolitane pari a 2,4 miliardi di m<sup>3</sup> (370 litri per abitante al giorno), e un volume erogato per usi autorizzati agli utenti finali pari a 1,5 miliardi di metri cubi (236 litri per abitante al giorno, sia fatturati sia forniti ad uso gratuito).

L'andamento delle perdite nelle reti di distribuzione mostra poi una forte variabilità territoriale. Le più ingenti e superiori al 55% interessano il 24,1% dei Comuni, oltre la metà del Centro-Sud. Solo in circa 1 Comune su 4 (24,6%) le perdite sono inferiori al 25%. Nei Comuni capoluogo di provincia e nelle città metropolitane dove risiedono 17,8 milioni di abitanti, circa il 30% della popolazione italiana, le perdite totali si sono attestate nel 2020 al 36,2%, equivalenti a 41 metri cubi al giorno per km di rete.

**OBSOLESCENZA DELLA RETE IDRICA ITALIANA IN FASE DI DISTRIBUZIONE, 2020**



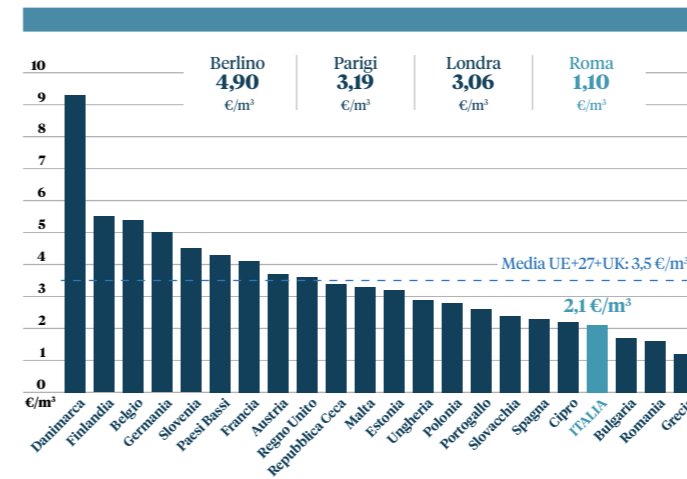
**> 30 anni**  
60% delle finestrature delle rete idrica italiana ha più di 30 anni

**> 50 anni**  
25% delle finestrature delle rete idrica italiana ha più di 50 anni (fino al 40% nei centri urbani)

Fonte: Elaborazione "The European House Ambrosetti" su dati Eurostat

La penisola è sotto-attraversata da una fittissima rete lunga oltre 550.000 km complessivi di tubi che trasportano acqua, compresi gli allacci privati strada-edificio. La posa del 60% della rete civile risale a oltre 30 anni fa, ma la posa di una quota del 25% ha superato il limite di resistenza strutturale risalente a 70-80 anni fa, e sotto i nostri centri storici resistono condotte posate persino ai tempi dell'Unità d'Italia e spesso di difficile sostituzione.

**TARIFFE IDRICHE ANNUE NEI PAESI EUROPEI PIÙ UK**

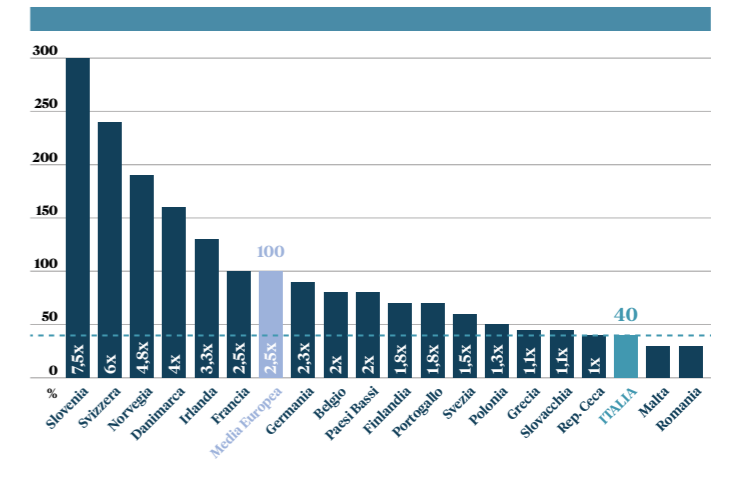


Fonte: EurEau, 2021

La rete fognaria nazionale ha invece una lunghezza complessiva di circa 1 milione di km, quasi il doppio di quella degli acquedotti. I fabbisogni infrastrutturali sono notevoli. Oltre 200.000 km di rete sarebbero da rigenerare, riparare o rottamare e sostituire, e servirebbero oltre 50.000 km di nuove reti, almeno 30.000 per l'acqua e 20.000 per le fognature. Coprire i costi di questa modernizzazione infrastrutturale è però impossibile senza il supporto

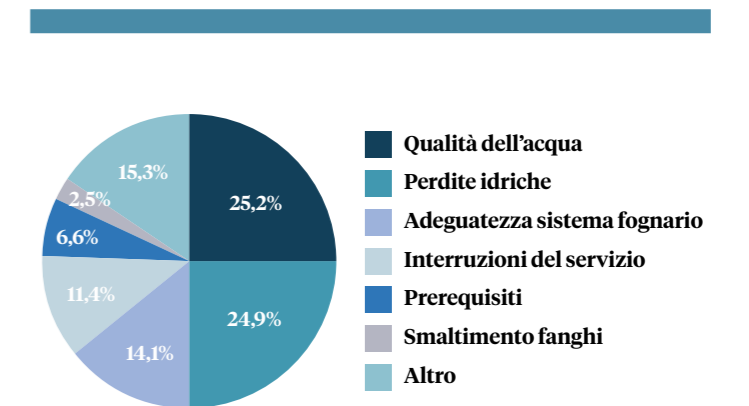
di ingenti investimenti pubblici aggiuntivi. Con l'attuale tasso di rinnovo della rete, inchiodato ai minimi europei di appena 3,8 metri all'anno per ogni chilometro di condotte di acquedotto a fine vita, sostituite quasi tutte al Centro-Nord, calcola Utilitalia che forse tra 250 anni raggiungeremmo livelli di perdite accettabili ed "europee", diciamo intorno al 10%.

**TASSO DI INVESTIMENTO MEDIO ANNUO NEI PAESI EUROPEI**



Fonte: EurEau, 2021

**DESTINAZIONE DEGLI INVESTIMENTI NEL SETTORE IDRICO**



Fonte: EurEau, 2021

**La tariffa**

Il confronto con gli investimenti del servizio idrico integrato nelle principali città del mondo, vede le grandi città italiane come Roma, Milano o Napoli, con un valore della tariffa molto inferiore alla media, e tra i più bassi.



Nel 2021 la tariffa di Milano pari a 0,7 euro per metro cubo è stata la più bassa tra tutte, la tariffa di Napoli di 1,5 euro per metro cubo e quella di Roma di 1,9 euro per metro cubo, a fronte di una media di 3,2 euro per metro cubo. Il costo medio al metro cubo di acqua per una famiglia media di 3 persone per il 2022 è stato di 1,37 euro con un consumo medio di 110-120 m<sup>3</sup> per una bolletta media nazionale di 176,16 euro all'anno (dato ISTAT).

Prima della legge Galli, il servizio era comunale e si alimentava con una tassa, un canone o tributo molto basso e a volte simbolico, al punto che ancora oggi c'è chi ricorda i bei tempi quando l'acquedotto non si pagava, ma tutto ricadeva indistintamente nei bilanci comunali anno dopo anno, con altre risorse recuperate dai bilanci provinciali e poi regionali e le opere più importanti agganciate a finanziamenti statali e agli interventi straordinari della Cassa per il Mezzogiorno.

La tassazione molto ridotta raramente permetteva di coprire i costi e le perdite di bilancio conseguenti, sempre poste a carico del pozzo senza fondo della fiscalità generale. L'importo del tributo, uguale per tutti i residenti di un Comune e non calcolato sulla base dei consumi, era stabilito dai singoli Comuni che coprivano una bella fetta di costi attingendo alla fiscalità ordinaria.

Ma il servizio funzionava con limitazioni oggettive. La cartina di tornasole che portò alla luce il disastro fu l'affidamento del SII da parte delle Autorità di Ambito ai primi gestori agli inizi del 2000. Man mano che veniva affidato, emergevano la scarsissima qualità e quantità di infrastrutture, la forte arretratezza, a volte l'assenza di impianti.

Il battesimo della tariffa avvenne il 3 ottobre del 2000. La legge 179 impose il cambiamento giuridico del vecchio canone stabilendo 3 nuovi criteri: la tariffa deve coprire tutti i costi e deve essere calcolata al metro cubo per dissuadere dall'abuso della risorsa ed essere separata dalla fiscalità generale; deve rappresentare il corrispettivo per il servizio ricevuto; deve garantire la copertura integrale dei costi operativi, degli investimenti e della remunerazione del capitale investito secondo i parametri stabiliti all'ora dal "Metodo Normalizzato" definito dal decreto ministeriale 1° agosto 1996 Governo Prodi.

Il cittadino diventava "utente" e l'ammontare della tariffa doveva essere definita nelle assemblee dei sindaci. Poiché nessun amministratore si sognava di proporre ai concittadini tariffe "europee", l'articolazione tariffaria media è rimasta contenuta entro limiti invalicabili. Ciò produsse sicuramente un effetto positivo sulle tasche dei consumatori ma, tenendo molto bassa l'unica

leva finanziaria per gli investimenti, il recupero del deficit diventò impossibile, vista anche l'assenza di una seria vigilanza del settore e il disinteresse generale che si è riflesso nella progressiva scomparsa degli investimenti pubblici. A tutt'oggi, le sole tariffe non consentono gli investimenti primari necessari per raggiungere in diverse aree gli standard europei.

Viene articolata per fasce di utenza, a seconda dell'uso, per caratteristiche territoriali, per categorie di reddito agevolando quelli più bassi, per livelli di consumo (tariffa agevolata, base, prima eccedenza), assicurando agevolazioni per i consumi domestici essenziali, per fasce di utenti in condizioni economiche e sociali svantaggiate o in emergenza temporanea.

Nel nostro Paese, a differenza di altri, non c'è una tariffa idrica unica nazionale, ma ci sono tante e diverse tariffe di ambito, oggi almeno 62. Per questo i costi sono notevolmente differenti da zona a zona, dovuti a molti fattori territoriali: disponibilità di risorsa, densità o dispersione della popolazione sul territorio, caratteristiche climatiche, numero di utenze, stato di qualità delle infrastrutture. Essendo i costi di approvvigionamento molto diversificati - molto bassi ad esempio a Milano che fa ambito a sé ed è dotato di buona acqua di falda, o a Roma che utilizza al 70% le sorgenti a caduta del Peschiera ed ha un alto numero di utenze, e molto alti a Firenze inserita invece in un ambito solidaristico con altri 48 comuni e che «produce» acqua di qualità prelevandola dall'Arno con costi dieci volte superiori per poi spingerla fino ai casolari del Chianti e oltre Pistoia - le tariffe variano.

Nel dibattito pubblico spesso si ignorano questi fondamentali. Continuare a considerare oggi la tariffa come unica fonte finanziaria per tutti i costi di gestione del SII è un errore. Servono finanziamenti dalla nostra fiscalità generale. Nemmeno l'Europa può finanziare il SII. La direttiva comunitaria del 2000 prevede che le tariffe devono consentire il recupero dei costi (anche quelli ambientali) del servizio idrico e di fognatura e depurazione. Non sono ammessi aiuti agli Stati.

La "bolletta dell'acqua" è poi ancora sconosciuta in alcune aree del Sud, e la tendenza generale e consolidata dei sindaci cui spetta definirla è a non aumentarle, e allora è inutile farsi troppe illusioni. Per evitare o ridurre disservizi, inquinamenti e sanzioni europee per ritardi infrastrutturali occorrerebbe un restyling della Legge Galli con una riforma verso la tariffa unica nazionale sul modello dell'energia elettrica e del gas, con agevolazioni per fasce di italiani in difficoltà. ARERA potrebbe stabilire, nell'ambito del metodo tariffario, componenti di costo riconoscibili, vincoli, ricavi e meccanismi perequativi dei vari gestori,

e predisporre l'articolazione tariffaria che tutti sono tenuti ad applicare a livello nazionale.

Di fronte ad un fabbisogno ventennale stimato nei 62 piani di ambito intorno ai 65 miliardi di euro di investimenti, le tariffe attuali permettono investire in media nazionale pari a 34 euro all'anno ad abitante per le infrastrutture idriche, ai quali si è aggiunto finora uno 0,3% di fondi pubblici. Questa media da fondo classifica dell'Unione, si abbassa a 28 euro aggiungendo le gestioni comunali che investono 8 euro ad abitante all'anno, cioè quasi nulla. La differenza con i partner europei è abissale: 80 euro in media investiti annualmente per abitante in Germania, 88 in Francia, 102 in Gran Bretagna, 129 in Danimarca.

## In Italia l'acqua non è "una merce"

Nel nostro Paese per legge l'acqua non è una merce e non è commerciabile, se non per il settore industriale delle acque minerali a concessioni regionali. Per verificarlo in bolletta, basta paragonare il SII con la modulazione tariffaria di altri servizi a rete.

### LEGGE GALLI 5 GENNAIO 1994 ART. 1

**in Italia l'acqua e le sue infrastrutture sono un bene pubblico inalienabile e l'accesso all'acqua è un diritto fondamentale, individuale e collettivo.**

1. tutte le acque superficiali e sotterranee sono pubbliche e costituiscono una riserva salvaguardata ed utilizzata secondo criteri di solidarietà;
2. qualsiasi uso delle acque è effettuato salvaguardando le aspettative ed i diritti delle generazioni future a fruire di un integro patrimonio ambientale;
3. gli usi delle acque sono indirizzati al risparmio e al rinnovo delle risorse per non pregiudicare il patrimonio idrico, la vivibilità dell'ambiente, l'agricoltura, la fauna e la flora acquatiche, i processi geomorfologici e gli equilibri idrologici.

Nel gas e nell'energia elettrica, il regolatore nazionale per generare concorrenza ha imposto la regola che chi commercia questi beni non possa gestire la rete che serve a distribuirli. I distributori, di converso, non li possono commerciare. Il regolatore ha poi

disciplinato il settore energetico in modo tale che chi è preposto alla distribuzione si veda riconosciute essenzialmente quattro componenti:

- 1) costi operativi (di gestione);
- 2) costi d'investimento;
- 3) remunerazione del capitale investito;
- 4) materia prima.

Quando noi utenti riceviamo una bolletta del gas o dell'elettricità, paghiamo innanzitutto una quota proporzionale ai nostri consumi, pagando però anche il bene energia elettrica o il bene gas separatamente. Infatti, gli operatori si concentrano su questa componente trattata come merce, una delle tante, sulla quale, a colpi di ribassi, fanno a gara a chi offre il prezzo più basso.

E il gestore idrico? Al pari degli altri gestori di reti ha diritto a vedersi riconosciute le medesime componenti (costi operativi di gestione, costi d'investimento, la nuova forma di remunerazione del capitale investito oggetto del referendum del 2011). Ma c'è una sostanziale differenza. Paghiamo in proporzione ai consumi esclusivamente le componenti che servono a mantenere e sviluppare l'infrastruttura e a gestire i servizi al cittadino. Punto. Non ci viene "venduta" la risorsa acqua che appartiene al demanio e ci viene di fatto "regalata". In bolletta finiscono conteggiati i soli costi dell'intero servizio per farla arrivare in casa o dove serve: una sorta di canone di affitto dell'infrastruttura, il pagamento dell'usura e della manutenzione delle reti e degli impianti, dei controlli e degli investimenti. Insomma, la "materia prima" non rientra nel costo generale e finanziamo in quota parte esclusivamente quanto serve a trattarla e a trasportarla ai rubinetti.

Questa modulazione tariffaria contiene un concetto straordinario purtroppo rimasto patrimonio di un ristretto gruppo di supertecnici della bolletta. Invece apre uno scenario culturale completamente diverso da quello predatorio e da svenditori del bene comune. Spiegare anche ai bambini che l'acqua nel nostro Paese non solo non è e non sarà mai una merce, ma è un dono della natura che riceviamo gratuitamente ha un valore immenso, modifica radicalmente la prospettiva.

Qualcuno dirà: sì ma la bolletta la paghiamo e in proporzione ai consumi di acqua. Questo è un altro concetto straordinariamente importante per la sostenibilità. Il calcolo del consumo utilizzato dal regolatore è l'unico parametro in grado di dissuadere noi utenti dallo spreco di risorsa e indurci a comportamenti responsabili.

## La "bolletta" delle acque minerali

Se c'è un settore che non conosce crisi, questo è il settore dell'acqua industrializzata ovvero delle acque minerali imbottigliate. Uno dei paradossi italiani è la spesa della famiglia media per l'acquisto annuo di acque imbottigliate pari a 150,72 euro, poco meno rispetto alla bolletta dell'acqua al rubinetto pari a 176,16 euro, ma con consumi enormemente più elevati. Questa "bolletta" occulta, quasi mai motivata da problemi di acquedotto, pagata senza un fiato, contribuisce al business stellare dello sfruttamento delle concessioni regionali di fonti di acque minerali, queste si messe in vendita come un qualsiasi altro prodotto, come una "merce" gestita con logiche di domanda e offerta. Sia chiaro, non abbiamo nulla contro l'acqua in bottiglia né contro gli imbottiglieri, e la beviamo volentieri quando serve perché quelle di fonte italiana sono le migliori, ma vedere l'Italia sul podio come terzo consumatore planetario di acque minerali, alle spalle di Paesi desertici e assetati come Messico ed Emirati Arabi, fa una certa impressione.



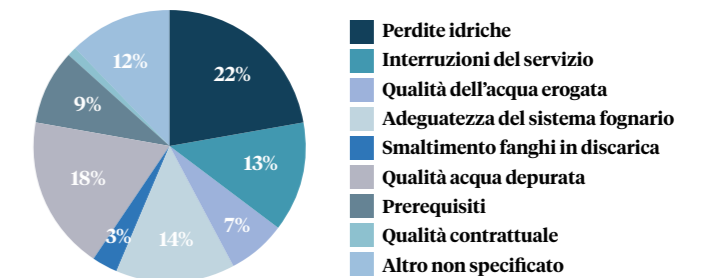
L'acqua in vendita negli scaffali dei supermercati viene prelevata anch'essa da polle, sorgenti e sacche sotterranee e incanalata dentro miliardi di bottiglie di plastica, bioplastica compostabile, bio bottle ricavate dal mais o più tradizionalmente bottiglie di vetro, con costi risibili delle concessioni per l'emungimento anche se l'unica acqua mercificata vale un tesoro garantito dal consumo di 221 litri a testa all'anno.

"Mineracqua", la Federazione delle industrie delle acque minerali naturali e di sorgente, indica negli ultimi 15 anni un trend di vendite in crescita esponenziale, con 14,8 miliardi di bottiglie nel 2018, ormai sulla soglia dei 15 miliardi. Di queste, sono 8 miliardi le bottiglie di plastica da 1,5 litri equivalenti a 280 mila tonnellate di rifiuti in plastica perfettamente riciclabili. I consumatori italiani sono comunque ben disposti a chiudere un occhio sui costi e sui rifiuti, pagando un litro di acqua minerale 312 volte di più di un litro di acqua dal rubinetto. Riuscire a cambiare il sentimento in parte ancora negativo sulla qualità dell'acqua al rubinetto e i tanti, troppi pregiudizi è uno dei problemi delle istituzioni e delle aziende idriche.

## Gli investimenti

Utilitalia stima la necessità di un gettito di almeno 5 miliardi all'anno, portando gli investimenti ad abitante-anno a 80 euro con effetti positivi anche sui livelli occupazionali. Con la sola leva tariffaria è illusorio pensare di risolvere i problemi di acquedotto di circa il 15% di italiani e quelli di depurazione di circa il 30%, o di ridurre le perdite in rete. Resta il quadro generale: dove la Legge Galli è stata applicata, gli investimenti procedono anche se a rilento e i risultati si vedono. Dove i contesti istituzionali sono in ritardo e quelli industriali mancano, si inseguono le emergenze e non si riescono a spendere nemmeno le risorse inviate dallo Stato alle Regioni del Sud a fondo perduto - dal 2011 circa 5,6 miliardi di euro per fognature e depuratori che altrove si finanziano con le tariffe - per ritardi regionali e comunali, mancanza di aziende con capacità tecniche e operative adeguate, e di cui oggi si occupa la struttura tecnica del Commissario unico per la depurazione con il ruolo di soggetto attuatore e di soggetto coordinatore, tra mille difficoltà locali.

### DISTRIBUZIONE DEGLI INVESTIMENTI PROGRAMMATI PER GLI ANNI 2020-2023



Fonte: ARERA - Elaborazioni su dati relativi al terzo periodo regolatorio

### MACROINDICATORI ARERA

- |           |   |
|-----------|---|
| <b>M1</b> | Contenimento delle perdite idriche nelle reti e negli impianti di acquedotto  |
| <b>M2</b> | Mantenimento della continuità del servizio idropotabile sulla base della frequenza delle interruzioni del servizio  |
| <b>M3</b> | Adeguatezza della qualità dell'acqua erogata  |
| <b>M4</b> | Minimizzazione dell'impatto ambientale derivante dal convogliamento delle acque reflue, misurata sulla base del grado di adeguatezza del sistema fognario |
| <b>M5</b> | Minimizzazione dell'impatto ambientale collegato allo smaltimento dei fanghi derivanti dalla depurazione delle acque reflue                               |
| <b>M6</b> | Minimizzazione dell'impatto ambientale associato allo smaltimento dei reflui in uscita dai trattamenti depurativi   |

Elaborazioni Fondazione Earth Water Agenda

**INTERVENTI PRINCIPALI RICONDUCEBILI AI MACRO-INDICATORI DI QUALITÀ TECNICA, PER FABBISOGNO FINANZIARIO NEL PERIODO 2020 - 2023 (in percentuale)**

% dei finanziamenti per	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Gruppi di misura e altre attrezzature di acquedotto	18,39	-	-	-	-	-
Serbatoi	-	10,05	3,88	-	-	-
Opere idrauliche fisse di acquedotto	-	12,79	15,54	-	-	-
Impianti di potabilizzazione	-	-	29,83	-	-	-
Altri trattamenti di potabilizzazione (dispositivi per disinfezione, stagnatura, filtrazione, addolcimento)	-	-	4,75	-	-	-
Impianti di sollevamento, e pompaggio di fognatura	-	-	-	6,83	-	-
Impianti di sollevamento, e pompaggio di depurazione	-	-	-	-	-	12,79
Vasche di laminazione e vasche di prima pioggia	-	-	-	4,44	-	-
Sifoni e scaricatori di piena e altre opere idrauliche fisse di fognatura	-	-	-	5,27	-	-
Impianti di essiccamento e valorizzazione dei fanghi (tra cui incenerimento, pirolisi e gassificazione)	-	-	-	-	46,77	-
Impianti di depurazione - trattamenti sino al terziario e terziario avanzato	-	-	-	-	20,37	32,99
Impianti di depurazione - trattamenti sino al secondario	-	-	-	-	10,43	32,36
Condotte di acquedotto	73,61	63,55	40,24	-	-	-
Condotte fognarie	-	-	-	76,20	13,07	17,62

Fonte: ARERA - Elaborazione su dati relativi al terzo periodo relatori (delibera 580/2019/r/idr)

I margini per migliorare sono comunque ampi, sapendo che i modelli organizzativi e produttivi rappresentano rilevanti opportunità per il settore, considerando che in molte realtà territoriali in deficit infrastrutturali se tutto resta come è, gli investimenti saranno difficilmente finanziabili per le difficoltà e l'impossibilità di accesso al credito.

Dal 1° gennaio 2018 è vigente la specifica regolazione ARERA in materia di qualità tecnica del servizio idrico integrato (RQTI) per il raggiungimento di livelli minimi di servizio con standard specifici con l'introduzione di un meccanismo di premi-penalità, con questi macro-indicatori:

Il fabbisogno immediato di opere strategiche complessivo espresso nei Piani d'ambito analizzati da ARERA ammonta a circa 10,3 miliardi di euro nel periodo 2020-2027 (205,7 euro/abitante), dei quali poco più di 4 miliardi (39%) da realizzare nel primo quadriennio 2020-2023 concentrati soprattutto sul servizio di

fognatura e depurazione (62% del totale). Nel successivo quadriennio (2024-2027) si prevede invece una spinta maggiore per gli acquedotti (57% del totale), trainata soprattutto da nuovi interventi di interconnessione e di potenziamento dei sistemi acquedottistici nella fase di approvvigionamento e di adduzione.

Nella predisposizione tariffaria, gli enti di governo d'ambito hanno qualificato come "strategiche" nei rispettivi atti di pianificazione le opere finalizzate:

- › alla messa in sicurezza e/o realizzazione di acquedotti e di nuovi potabilizzatori;
- › alla realizzazione di tratti di adduzione e di distribuzione dell'acqua "sovrambito";
- › alla realizzazione di impianti di essiccamento e di valorizzazione dei fanghi di depurazione;
- › alla costruzione di nuovi impianti di depurazione e alla sostituzione di impianti vetusti.



L'attività di ARERA ha introdotto nel settore idrico un quadro di regole omogenee e certe, ed ha favorito la crescita degli investimenti aumentando l'affidabilità delle aziende e la fiducia degli investitori. Nel suo primo anno di regolazione, il 2012, il settore investiva complessivamente 1,3 miliardi. Nel 2019 è balzato a 3,5 miliardi, e oggi a circa 4 miliardi, mantenendo un livello mediobasso delle tariffe all'utenza, con crescite dello 0,4% nel 2018 e successivamente dello 0,8%. I 1.950 Comuni che ancora gestiscono direttamente i servizi di acquedotto, fognatura e depurazione, registrano in media un investimento quasi impercettibile pro capite pari a poco più di 4 €/ab, in larga parte da fondi pubblici, mentre i gestori industriali fanno registrare un fatturato medio di 8 Mld di euro. Il 50% delle aziende idriche, quasi l'80% al Sud, ha un fatturato inferiore ai 10 milioni di euro ed EBITDA single digit, e difficilmente possono affrontare investimenti anche di pochi milioni di euro all'anno. Al Sud sono necessari operatori con fatturati sufficienti per sbloccare investimenti con capacità progettuale, realizzativa,

gestionale e di accesso a strumenti di finanza di progetto migliorando la bancabilità dei piani. Il ritardo particolarmente critico nel Mezzogiorno dove aumenta il water service divide rispetto ad aree i cui standard di servizio sono invece molto più performanti come nelle aree servite dall'Acquedotto Pugliese o da Abbanoa in Sardegna e dove la gestione di tipo industriale è operativa e consolidata.

L'orizzonte del fabbisogno di investimenti individua un ammontare complessivo pari a 50 miliardi di euro da pianificare per i prossimi 20 anni per infrastrutture a valenza locale, regionale o multiregionale, ma servono investimenti annui aggiuntivi per almeno 2,5 miliardi di euro per un totale complessivo di 100 miliardi di euro per impianti di depurazione e adeguamento alle normative europee e nazionali, reti idriche e fognarie, pozzi e campi pozzi, impianti di potabilizzazione, impianti di sollevamento, opere di trasporto e disconnessione idraulica, partitori, opere per l'accumulo riserva e compensi, impianti di pompaggio.



## Cosa prevede il PNRR

La disattenzione al tema degli investimenti nel settore idrico è visibile anche nel “Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza”. Giustamente, il PNRR elenca con chiarezza i nostri ritardi cronici, specie al Sud: “Nella panoramica sui sistemi di fognatura, collettamento e depurazione si evidenzia il ritardo italiano con livelli vergognosi di scarichi fognari e industriali direttamente nei corpi idrici [...] restano ancora clamorose le nostre omissioni [...] Gli investimenti nelle infrastrutture idriche sono stati insufficienti per anni e causano oggi rischi elevati e persistenti di scarsità e siccità. La frammentazione dei diversi attori e livelli istituzionali rappresenta un ostacolo agli investimenti e 895 agglomerati hanno violato le direttive dell’UE, con multe attualmente pagate da 68 di loro”. Traguarda obiettivi in 6 anni chiedendo a Regioni e Comuni di abbattere gli “ostacoli agli investimenti e rafforzare il processo di industrializzazione”. Eppure, nonostante queste verità, i fondi stanziati sono una goccia nel mare degli investimenti urgenti: sul totale di 191,5 miliardi totali i fondi assegnati alla Componente 4 “Tutela del territorio e della risorsa idrica”, all’interno della “Missione 2

Rivoluzione verde e transizione ecologica”, sono pari a 4,38 miliardi di euro, ovvero poco più dell’1% dell’ammontare totale delle risorse previste per l’Italia dal Recovery and Resilience Facility. Sono destinati a “infrastrutture idriche primarie per la sicurezza dell’approvvigionamento”, alla “riduzione delle perdite del 15%”, a “limitare inefficienze”, all’“incremento di resilienza impianti idrici ai cambiamenti climatici, comprese digitalizzazione e monitoraggio di 25.000 km di rete idrica”, a depuratori e reti fognarie descritte come “... non sempre presente, spesso non in linea con le Direttive europee, soprattutto nel Mezzogiorno [...] al fine di azzerare il numero di abitanti (ad oggi più di 3,5 milioni) in zone non conformi, e trasformare gli impianti di depurazione in fabbriche verdi per consentire il recupero di energia e fanghi e il riutilizzo delle acque reflue depurate per scopi irrigui e industriali”. Nel PNRR è previsto l’accesso ai fondi sulla base dell’applicazione delle normative vigenti a partire dalla Legge Galli, con il rafforzamento della governance e la nascita di operatori industriali in grado di migliorare la qualità del servizio e raggiungere economie di scala, obbligando Regioni e Comuni a favorire la transizione, prevedendo che:

1. Gli enti di governo dell’ambito che non abbiano ancora provveduto all’affidamento del servizio idrico integrato in osservanza di quanto previsto dall’articolo 149-bis del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, adottano gli atti di competenza entro novanta giorni dalla data di entrata in vigore del presente decreto.
2. Qualora l’ente di governo dell’ambito non provveda nei termini stabiliti agli adempimenti di cui al comma 1, il Presidente della regione esercita, dandone comunicazione al Ministro della transizione ecologica e all’Autorità di regolazione per energia reti e ambiente, i poteri sostitutivi, ponendo le relative spese a carico dell’ente inadempiente, affidando il servizio idrico integrato entro sessanta giorni.
3. Per l’adozione degli atti di competenza necessari agli adempimenti di cui ai commi 1 e 2, gli enti di governo dell’ambito ovvero i Presidenti delle regioni, mediante apposite convenzioni, possono avvalersi di un soggetto societario a partecipazione interamente pubblica che abbia maturato esperienza in progetti di assistenza alle amministrazioni pubbliche impegnate nei processi di organizzazione, pianificazione ed efficientamento dei servizi pubblici locali, individuato

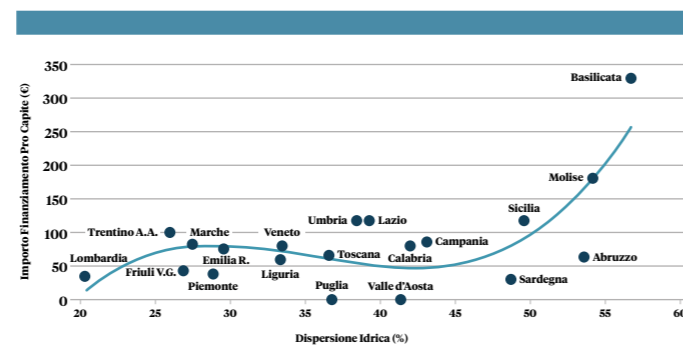
- con decreto del Ministro della transizione ecologica da adottare entro trenta giorni dalla data di entrata in vigore del presente decreto.
4. Qualora il Presidente della regione non provveda nei termini stabiliti dal comma 2, il Presidente del Consiglio dei ministri, su proposta del Ministro della transizione ecologica di concerto con il Ministro dell’economia e delle finanze e con il Ministro per il Sud e la coesione territoriale, assegna al Presidente della regione un termine per provvedere non superiore a trenta giorni. In caso di perdurante inerzia, su proposta del Presidente del Consiglio dei ministri o del Ministro della transizione ecologica, sentita la Regione interessata, il Consiglio dei ministri adotta i provvedimenti necessari, anche incaricando il soggetto societario a partecipazione interamente pubblica di cui al comma 3 di provvedere alla gestione del servizio idrico integrato in via transitoria e per una durata non superiore a quattro anni, comunque rinnovabile.
5. Il soggetto societario a partecipazione interamente pubblica di cui al comma 3 opera in ossequio alla disciplina dei contratti pubblici e nel rispetto dei provvedimenti di regolazione e



controllo dell’Autorità di regolazione per energia, reti e ambiente per il periodo di propria attività. Gli oneri derivanti dall’affidamento di cui al comma 4, qualora non coperti da entrate tariffarie e da altri contributi pubblici, sono posti a carico degli enti inadempienti, che provvedono prioritariamente al soddisfacimento dei crediti nei confronti della società affidataria del servizio idrico integrato, mediante risorse indisponibili fino al completo soddisfacimento dei predetti crediti, che non possono formare oggetto di azioni da parte di creditori diversi dalla società affidataria. Gli enti locali proprietari delle infrastrutture idriche garantiscono il debito residuo fino all’individuazione del nuovo soggetto gestore. Il nuovo soggetto gestore assume, senza liberazione del debitore originario, l’eventuale debito residuo nei confronti della società uscente.

6. In caso di mancata adozione dei provvedimenti di competenza dell’ente di governo dell’ambito entro i sei mesi precedenti la scadenza della durata di cui al comma 4, l’affidamento del servizio idrico integrato si intende rinnovato per durata pari al termine di affidamento iniziale”.

**FINANZIAMENTO PNRR PER LE RETI IDRICHE PRO CAPITE E DISPERSIONE IDRICA**



Fonte: Fondazione Earth Water Agenda

La linea di investimento PNRR M2C4-I4.1 per interventi su sistemi di approvvigionamento a scopo idropotabile e/o irriguo volti ad ottimizzare e completare infrastrutture idriche per la derivazione, l’accumulo e l’adduzione della risorsa, migliorare la sicurezza del patrimonio infrastrutturale esistente e ridurre gli sprechi di risorsa. È la più consistente. L’aggiudicazione degli appalti è prevista per il terzo trimestre del 2023. I progetti oggi ammessi a finanziamento sono 124. La maggior parte in Toscana (19), seguono Sardegna (16) ed Emilia Romagna (13).

**IL PNRR PER IL SETTORE IDRICO**

MILIONI DI EURO	OGGETTO	OBIETTIVO	TRAGUARDO
2000	Nuove infrastrutture idriche primarie	25 progetti per il potenziamento, completamento e manutenzione straordinaria delle infrastrutture idriche primarie del Paese	Settembre 2023 Aggiudicazione di tutti gli appalti  Settembre 2026 Completamento di tutti gli appalti
900	Digitalizzazione e monitoraggio per diminuire le perdite	25.000 km di nuove reti per la distribuzione dell’acqua potabile	Settembre 2023 Aggiudicazione di tutti gli appalti
800	Potenziamento e ammodernamento del sistema irriguo nell’agricoltura	Rendere più costante la disponibilità di acqua per l’irrigazione  Aumentare la resilienza ai cambiamenti climatici e alle ondate di siccità	Dicembre 2023 Aggiudicazione di tutti gli appalti
600	Depurazione delle acque reflue da riutilizzare in agricoltura e industria	Completare le reti non ancora ultimate  Realizzare nuovi impianti di depurazione in particolare al Sud per evitare nuove procedure di infrazione a carico dell’Italia	Settembre 2023 Aggiudicazione di tutti gli appalti

Fonte: Agenzia per la Coesione territoriale

**INTERVENTI PRINCIPALI RICONDUCEBILI AI MACRO-INDICATORI DI QUALITÀ TECNICA, PER FABBISOGNO FINANZIARIO NEL PERIODO 2020 - 2023 (in percentuale)**

	Costo (mln di €)	risorse ripartite (mln di €)	fabbisogno residuo (mln di €)
Piano nazionale di interventi infrastrutturali per la sicurezza nel settore idrico (ex piano nazionale interventi nel settore idrico)	-	590,0	-
Piano operativo dighe	-	468,0	-
Programma operativo risorse idriche	-	187,0	-
PNRR-M2C4-I4.1 Infrastrutture idriche primarie per la sicurezza dell’approvvigionamento idrico (risorse aggiuntive PNRR)	-	900,0	-
PNRR-M2C4-I4.1 Infrastrutture idriche primarie per la sicurezza dell’approvvigionamento idrico (risorse da programmare a legislazione vigente, a valere sul piano nazionale di interventi infrastrutturali e per la sicurezza nel settore idrico)	-	708,5	-
PNRR-M2C4-I4.1 riduzione delle perdite nelle reti di distribuzione dell’acqua, digitalizzazione e monitoraggio delle reti (avviso pubblico in corso)	-	900,0	-
PON INFRASTRUTTURE E RETI 2014 . 2020 - ASSE IV - “REACT-EU”	-	482,0	-
FCS 2021 - 2027 - linea di intervento infrastrutture idriche	-	442,0	-
<b>TOTALE</b>	<b>12.359,0</b>	<b>4.677,5</b>	<b>7.681,5*</b>

\*rispetto a tale fabbisogno residuo sono disponibili, per quanto non ancora assegnati ed in corso di programmazione, 718,71 mln di € del Piano nazionale di interventi infrastrutturali e per la sicurezza nel settore idrico  
Fonte: Allegato infrastrutture al DEF 2022

La linea di investimento PNRR M2C4-I4.2 prevede interventi per la riduzione delle perdite nelle reti di distribuzione dell’acqua, compresa la digitalizzazione e il monitoraggio delle reti attraverso sistemi di controllo avanzati che consentano di monitorare i nodi principali e i punti più sensibili. Il totale delle risorse assegnate è pari a 900 milioni di euro. Tale intervento ambisce a ridurre del 15% le perdite di acqua potabile lungo oltre 15mila chilometri di reti. Le risorse ovviamente non bastano, e non coprono nemmeno tutte le richieste pervenute, molto superiori alle disponibilità. Ulteriori interventi saranno individuati con la seconda finestra temporale. La terza misura riguarda interventi su fognature e sistemi di depurazione per 600 milioni. Anche in questo caso le richieste sono molto superiori rispetto alle risorse disponibili, le Regioni

hanno segnalato oltre mille interventi necessari per un valore superiore ai 3 miliardi di euro. I criteri per selezionare le proposte da finanziare sono mirati a chiudere le procedure di infrazione. la Regione a cui andrà il maggior numero di fondi è la Lombardia (65,6 milioni) seguita da Sicilia (61,6) e Campania (57,4).

**La lunghezza degli iter di realizzazione delle opere idriche**

Il settore idrico è uno di quelli che risentono maggiormente dei lunghi tempi per la realizzazione degli interventi. Il “Rapporto sui tempi di attuazione e di spesa delle opere pubbliche” elaborato dal NUVEC - Sistema dei Conti Pubblici Territoriali dell’Agenzia per la Coesione Territoriale, fornisce tempistiche delle diverse fasi e dei tempi di attraversamento tra esse. Nella figura sono riassunte le diverse fasi di attuazione di un’opera pubblica che si avvia con i tre livelli di progettazione (preliminare, definitiva ed esecutiva) e passa poi all’aggiudicazione del Bando di gara e all’esecuzione dei lavori. Accanto ad ogni fase ci sono i tempi di attraversamento.

**LE PRINCIPALI FASI DI ATTUAZIONE DI UN’OPERA PUBBLICA**



Fonte: ACT - NUVEC “Rapporto sui tempi di attuazione delle opere pubbliche, 2018

Il Rapporto evidenzia che, per le opere idriche, i tempi di attuazione medi si attestano intorno ai 5,3 anni (rispettivamente 2,8 per la progettazione, 0,7 per l'affidamento e 1,8 per l'esecuzione), mentre quelle relative allo smaltimento dei reflui durano in media 4,9 anni (2,5 la progettazione, 0,5 l'affidamento e 1,9 l'esecuzione), con durate direttamente proporzionali agli importi delle opere. La seconda riforma prevista nel PNRR riguarda la semplificazione normativa e delle procedure per rendere più efficace l'attuale quadro giuridico e garantire capacità operativa alle aziende:

#### ITER AUTORIZZATIVI

I fattori ostativi per la realizzazione di investimenti infrastrutturali nella filiera estesa dell'acqua che derivano dall'analisi di casi concreti

Oggi in Italia	
<b>5,2 anni</b>	è il tempo medio di attuazione di un'opera idrica (può arrivare a più di 15 anni)
<b>54 %</b>	delle procedure autorizzative è composto da tempi morti e di passaggio tra un ente e l'altro
<b>15%</b>	delle opere idriche non trova attuazione per ostacoli autorizzativi
<b>50%</b>	degli operatori ha subito ulteriori rallentamenti durante l'emergenza COVID-19
<b>1080</b>	giorni effettivi vs. 590 giorni teorici previsti nella fase di progettazione

Fonte: Elaborazione The European House - Amboselli su dati EurEau 2022

#### ATTORI COINVOLTI

<b>Min. della Transizione Ecologica</b>	VIA
<b>Comuni</b>	VIA salvaguardia dei beni paesaggistici
<b>ATO - Enti di Gestione Ambito</b>	approvazione del progetto
<b>Resp. Unico del Progetto</b>	verifica esterna
<b>Min. dello Sviluppo Economico</b>	interferenza con linea
<b>ANAS</b>	verifica attraversamento strade
<b>Soprintendenza</b>	verifica dell'interesse archeologico
<b>Uffici tecnici</b>	verifica esterna
<b>ARPA</b>	contributo al VIA
<b>Regioni</b>	autorizzazioni civili e concessioni demaniali
<b>Consorzio di bonifica</b>	consozi irrigui: attraversamento di canali
<b>Organi di controllo</b>	verifica esterna
<b>ASL</b>	pareri igienico - sanitari
<b>Concessionari autostradali</b>	verifica parallelismi con fasce autostradali
<b>Gestori delle aree protette</b>	valutazione di incidenza per interventi in area all'interno della rete ecologica regionale

Fonte: Elaborazione The European House - Amboselli su dati EurEau 2022

Altre due leggi favoriscono gli investimenti nel settore. La prima ha istituito il Fondo di garanzia delle opere idriche gestito da ARERA alimentato da una apposita componente della tariffa (prezzo del servizio) del SII e opera attraverso la concessione di garanzie a favore del gestore. La seconda ha istituito il Piano nazionale di interventi nel settore idrico per "individuare e implementare i provvedimenti utili all'adeguamento delle infrastrutture idriche": ARERA è responsabile della definizione degli investimenti (400 milioni di euro, nel periodo 2019-2028) in materia di acquedotti, il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti degli investimenti (600 milioni di euro, 2019-2028) nella sezione "invasi". Il Piano aggiunge poi 250 milioni di euro (2019-2028) per il Piano Straordinario per la realizzazione degli interventi urgenti con interventi urgenti e in stato di progettazione esecutiva e definitiva.

La programmazione «REACT-EU» assegna poi risorse supplementari alla politica di Coesione, nell'ambito del PON Infrastrutture e Reti 2014-2020, a supporto di misure di riduzione delle perdite nella rete di distribuzione idrica delle Regioni meno sviluppate del Mezzogiorno, per un importo iniziale di 313 milioni di euro con l'ulteriore disponibilità per 169 milioni di euro. È stata definita, nel febbraio 2022, dal Dipartimento della Coesione Territoriale con 17 interventi finanziati da concludersi entro dicembre 2023 per ridurre le dispersioni idriche e migliorare la qualità del servizio erogato in 5 regioni del Sud (Basilicata, Calabria, Campania, Puglia, Sicilia). Vi sono poi altri fondi stanziati negli anni dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con il quadro generale qui riportato:

#### ALTI FONDI PUBBLICI STANZIATI

Tipo di strumento	mln di €
Fondo sviluppo e coesione - CIPE 2017	290
Fondo sviluppo e coesione - CIPE 2018	179
Piano straordinario	230
Fondo infrastrutture 2008	200
Piano nazionale Bersani	600
Piano nazionale acquedotti	400
Fondo infrastrutture 2009	137
<b>TOTALE STANZIAMENTI</b>	<b>2.036</b>

Fonte: Fondazione Earth Water Agenda

## 165.000 Euro al giorno per 4 procedure infrazione UE sulla depurazione

La "Direttiva Quadro sulle Acque" approvata dal Parlamento e dal Consiglio europeo il 23 ottobre 2000 stabiliva un quadro di azione con parametri e criteri per proteggere i corpi idrici superficiali e sotterranei, e per classificarli in classi di qualità per lo stato ecologico, chimico, e quantitativo. Tutti i Paesi membri si auto-obbligarono al più veloce raggiungimento o mantenimento del "buono stato ecologico" che la Direttiva fissava con la data limite: "entro il 2015", poi prorogata, visti i ritardi, "entro il 2027" dichiarato come limite temporale "non più rimandabile". Il rinvio beneficiava soprattutto noi italiani che - a 17 anni dal termine ultimo, previsto nel 2005 dalla Direttiva UE 271 del 1991 per la messa a norma dei sistemi fognari e depurativi - restiamo clamorosamente in ritardo anche su questi obblighi. Una parte del nostro Paese non riesce a chiudere l'emergenza inquinamento per l'assenza o carenza di impianti di depurazione e il mancato adeguamento dei sistemi di fognatura particolarmente evidente nelle Regioni del Mezzogiorno, soprattutto in Sicilia, Calabria e Campania, ma anche nel Centro-Nord come in Lombardia.

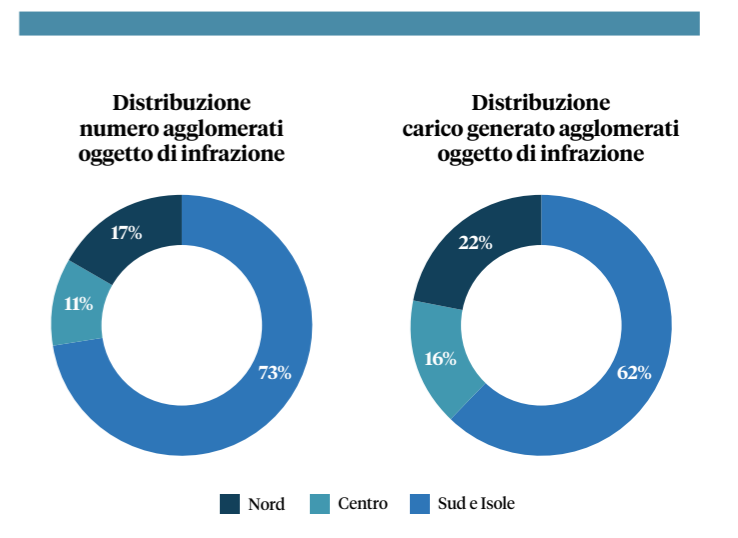
Sono 4 oggi le procedure di infrazione per la mancata o inadeguata attuazione alla direttiva 91/271/CEE sul trattamento delle acque reflue urbane. Sono 939 gli agglomerati in infrazione, ai quali corrisponde un carico generato complessivo di 29 milioni di abitanti equivalenti in circa 2.500 Comuni. Le non conformità ai requisiti imposti dalla normativa europea si registrano in prevalenza nelle aree meridionali, nelle quali spesso sono presenti situazioni di assenza e non operatività degli enti di governo. Non mancano però casi di non conformità anche nelle regioni del Centro e del Nord, soprattutto in relazione agli agglomerati superiori ai 2.000 A.E. (e inferiori ai 10.000 A.E.), la cui presenza è largamente diffusa su tutto il territorio nazionale.

Le procedure d'infrazione riguardano violazioni alla Direttiva concernente il trattamento delle acque reflue urbane, successivamente modificata dalla Direttiva 98/15/CE del 27 febbraio 1998 e dal Regolamento n. 1882/2003 del Parlamento europeo e del Consiglio del 29 settembre 2003 per l'art. 18. E in particolare ai seguenti articoli della Direttiva 91/271/CEE:

› art. 3 (sintesi) gli Stati membri hanno l'obbligo a provvedere affinché tutti gli agglomerati urbani siano provvisti di reti fognarie per le acque reflue urbane; in particolare, per quelli con

più di 10.000 abitanti e le cui acque reflue si immettono in acque recipienti considerate, ai sensi del successivo articolo 5, aree sensibili;

- › art. 4 (sintesi) gli Stati membri devono provvedere affinché le acque reflue urbane che confluiscono in reti fognarie siano sottoposte, prima dello scarico, ad un trattamento secondario o ad un trattamento equivalente;
- › art. 5 (sintesi) gli Stati membri sono tenuti all'individuazione delle aree sensibili e devono provvedere affinché le acque reflue urbane che confluiscono in reti fognarie siano sottoposte, prima dello scarico in aree sensibili, ad un trattamento più spinto di quello secondario;
- › art. 10 (sintesi) gli Stati membri devono provvedere affinché la progettazione, la costruzione, la gestione e la manutenzione degli impianti di trattamento delle acque reflue urbane garantiscano prestazioni sufficienti nelle normali condizioni climatiche locali e, nella progettazione, si tenga conto delle variazioni stagionali di carico;
- › art. 15 (sintesi) gli Stati membri, mediante le Autorità Competenti, sono tenuti ad esercitare il controllo sugli scarichi provenienti dagli impianti di trattamento delle acque reflue urbane (al fine di verificarne la conformità ai requisiti dell'allegato I B alla medesima direttiva 91/271/CEE, secondo le procedure di controllo stabilite nell'allegato I D) e sulla qualità e composizione dei fanghi immessi nelle acque superficiali.
- › presenza di particolari problematiche dal punto di vista della qualità con corpi idrici superficiali già interessati da fenomeni di eutrofizzazione.



Fonte: Utiltatis e da elaborazione su dati dei gestori

- › Per la **procedura d'infrazione 2004/2034** (Causa C565-10) per la cattiva applicazione degli artt. 3, 4 e 10 della Direttiva, riguardava originariamente 109 agglomerati con carico generato superiore a 15.000 abitanti equivalenti, sono già arrivate 2 sentenze di condanna da parte della Corte di Giustizia Europea nel luglio 2012 (C565/10) e nel maggio 2018 (C251/17) che hanno portato ad una sentenza di condanna da parte della Corte di Giustizia prevedendo, a partire da maggio 2018, il pagamento di una sanzione forfettaria di 25 milioni di euro e una penalità di 30 milioni di euro per ciascun semestre di ritardo nell'attuazione delle misure necessarie a garantire la piena conformità. Attualmente, la procedura riguarda ancora 68 agglomerati. E lo Stato italiano versa 165.000 euro al giorno, circa 10 euro all'anno ad abitante, per l'assenza di 123 impianti e reti di fognatura in agglomerati comunali, quasi tutti in Sicilia, Calabria e Campania.
- › La **procedura d'infrazione n. 2009/2034** (Causa C 85-13) per la cattiva applicazione degli artt. 3-5 e 10 della Direttiva, riguardava originariamente 41 agglomerati con carico generato superiore a 10.000 abitanti equivalenti e scarico in area

sensibile (o in bacini drenanti). Non ha ancora portato all'applicazione di sanzioni pecuniarie, ma ha già riportato nell'aprile 2014 alla prima sentenza di condanna della Corte di Giustizia Europea. La procedura riguarda ancora 28 interventi mai realizzati in 14 agglomerati comunali superiori ai 10.000 abitanti equivalenti, che scaricano di tutto e di più in aree sensibili.

- › La **procedura d'infrazione n. 2014/2059** (Causa C 668-19) per la cattiva applicazione degli artt. 3-5 e 10 della Direttiva riguardava originariamente 879 agglomerati con carico generato superiore a 2.000 abitanti equivalenti. A settembre 2019 il ricorso è stato iscritto nel Registro della Corte di Giustizia dell'Unione europea e interessa oggi 620 agglomerati in quasi tutte le regioni.
- › La **procedura d'infrazione n. 2017/2181**, avviata nel 2017 per gli artt. 3, 4, 5, 10 e 15 riguardava originariamente 276 agglomerati, con carico inquinante generato superiore a 2.000 abitanti equivalenti, alcuni dei quali già interessati da una delle precedenti procedure, e oggi è allo stato di messa in mora e riguarda 237 agglomerati.



**La terza e la quarta procedura di infrazione** - le 2014/2059 e 2017/2181 - riguardano complessivamente 606 interventi fognari e di depurazione mai realizzati in 13 regioni per agglomerati comunali oltre i 2.000 abitanti equivalenti. Siamo in fase istruttoria, ma è certa la nostra condanna.

Sono trascorsi invano due decenni senza metter mano ai sistemi fognari e depurativi di un terzo dell'Italia: è finita la stagione delle proroghe. Altri agglomerati urbani sono oggetto di ulteriori indagini per ulteriori infrazioni, e si preannunciano altri esborsi fino al completamento di reti fognarie e collettamenti e di depuratori in 895 agglomerati comunali inadempienti, con oltre 2.000 Comuni attualmente fuorilegge che adottano l'antica pratica medievale di scaricare un po' dove e come capita, sul totale nazionale di 3.193 agglomerati nei quali rientrano tutti i Comuni.

#### EVOLUZIONE DEL NUMERO DI IMPIANTI DI DEPURAZIONE PER REGIONE

Regione	1999	2015
Piemonte	2.359	3.888
Emilia Romagna	1.203	2.037
Lombardia	1.133	1.498
Abruzzo	845	1.435
Toscana	693	1.303
Veneto	929	1.148
Umbria	349	809
Marche	359	805
Liguria	539	776
Friuli Venezia Giulia	510	745
Lazio	508	635
Campania	381	473
Calabria	271	442
Sicilia	275	414
Sardegna	350	388
Valle d'Aosta	192	303
Molise	144	202
Puglia	189	189
P.A. Trento	186	186
Basilicata	87	172
P.A. Bolzano	70	49

Fonte: Agenzia per la Coesione Territoriale su dati ISTAT

Circa il 70% degli inadempienti sono nelle regioni del Sud, e la metà di questi in Sicilia. Solo un'area metropolitana italiana sulle 14 ha scarichi urbani depurati al 100%: Firenze, e si avvicina al 100% anche l'area metropolitana di Torino.

Possiamo continuare a regalare soldi all'Europa - oggi 65 milioni all'anno - per multe salate per licenza d'inquinare fiumi, laghi, mare, campagne? La carenza di depurazione al Sud non è un problema di risorse che mancano. Solo tra il 2011 e il 2012, con tre delibere del Cipe, lo Stato ha finanziato a fondo perduto fognature e depuratori per 2.416 milioni di euro nelle regioni del Mezzogiorno (delibere 62/2011 per 695 milioni, 87/2012 per 121 milioni e 60/2012 per 1,6 miliardi).

Per accelerare il processo di attuazione degli investimenti necessari al superamento dei contenziosi comunitari, venne prevista la nomina di Commissari straordinari, successivamente sostituiti dal "Commissario Straordinario Unico", con compiti di coordinamento e realizzazione degli interventi sui sistemi di collettamento, fognatura e depurazione delle acque reflue, funzionali a garantire l'adeguamento, nel minor tempo possibile, alle sentenze di Condanna della Corte di Giustizia dell'Unione europea. A lui spetta anche la gestione degli impianti per un periodo non inferiore a due anni dal collaudo definitivo delle opere, nonché il trasferimento degli stessi agli enti di governo dell'ambito.

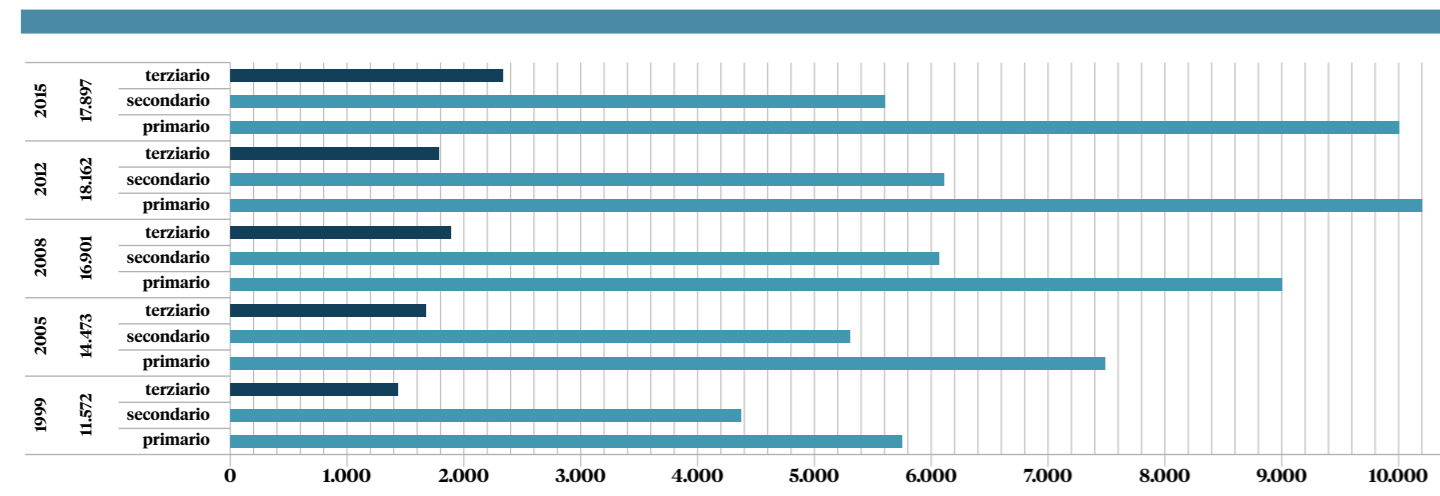
Il Commissario ha competenza su 151 interventi distribuiti in 91 agglomerati, e 92 devono essere realizzati direttamente dal Commissario in qualità di stazione appaltante, mentre per i restanti 59 esercita un ruolo di coordinamento verso i soggetti attuatori.

La procedura di infrazione viene superata solo attraverso certificazioni delle qualità organolettiche dell'acqua depurata. Quindi non basta costruire il depuratore ma è necessario che funzioni al meglio. Per questo il Commissario ha il compito di vigilare sulle procedure di progettazione e realizzazione degli impianti, e anche della gestione per i due anni successivi all'entrata in esercizio. Tuttavia, trascorso questo periodo, perdurando l'assenza di gestori, resta il rischio di un ritorno di una nuova infrazione comunitaria.

#### Acque nere

L'illegalità degli sversamenti - clandestini o alla luce del sole - è un problema che l'Italia trascina da tempo. E parte dei nostri corpi idrici vedono messe in crisi le capacità di autorigenerazione per una varietà di micro-sostanze tossiche capaci di alterare e compromettere componenti biologiche e organismi acquatici. L'ISTAT calcola il totale dei liquami civili scaricati nei

## EVOLUZIONE DEL NUMERO DI IMPIANTI DI DEPURAZIONE PER TIPOLOGIA DI TRATTAMENTO



Fonte: Agenzia per la Coesione Territoriale su dati ISTAT

## NUMERO IMPIANTI DI DEPURAZIONE CON TRATTAMENTO TERZIARIO PER REGIONE

Regione	2015
Valle d'Aosta	4
P.A. Bolzano	17
Molise	23
Liguria	26
Abruzzo	30
Umbria	46
Calabria	48
Sicilia	57
P.A. Trento	70
Friuli Venezia Giulia	82
Basilicata	88
Campania	89
Piemonte	92
Marche	119
Sardegna	123
Lazio	142
Puglia	176
Toscana	200
Emilia - Romagna	245
Veneto	259
Lombardia	373

Fonte: Agenzia per la Coesione Territoriale su dati ISTAT

fiumi senza nessun trattamento di depurazione pari ad un flusso totale ininterrotto paragonabile a quello di 41 milioni di abitanti! L'Annuario dei dati ambientali dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale calcola alti livelli di inquinamento e, con le 21 Agenzie Regionali e Provinciali per la Protezione dell'Ambiente, nell'ultimo rapporto relativo al biennio 2017-18 hanno analizzato 35.023 campioni per un totale di 2.538.390 misure analitiche nelle acque superficiali, rilevando pesticidi nel 77,3% dei 1.980 punti di monitoraggio, e nel 32,2% dei 2.795 punti di monitoraggio nelle acque sotterranee. Gli insetticidi sono la seconda classe di sostanze più rilevate, seguono gli erbicidi. Più in generale, anche se la raccolta dati riguardava meno della metà dei nostri corpi idrici, i rilievi indicano che solo il 43% delle nostre acque superficiali possono essere definite in "buono o elevato stato ecologico", il 41% resta molto sotto l'obiettivo di qualità e un 16% è "non classificato". Ancor più grave è la condizione dei laghi: solo il 20% raggiunge obiettivi di qualità nel rispetto della normativa europea. Sono 299 le sostanze inquinanti trovate nelle acque nel territorio nazionale italiano, su 426 ricercate. Rispetto al passato la novità è la maggior presenza di pesticidi rispetto agli erbicidi predominanti in precedenza. Nel 21% del campione totale la concentrazione di pesticidi supera il limite ambientale consentito. "Per alcune sostanze la frequenza di ritrovamento, la diffusione e il superamento dei limiti, pongono un problema, in alcuni casi di dimensione nazionale", si legge nel rapporto. Nel dettaglio, nelle acque superficiali sono stati trovati pesticidi nel 77,3 per cento dei 1.980 punti di monitoraggio, in quelle sotterranee nel 32,2 per cento dei 2.795 punti. Le sostanze che più

## AGGLOMERATI IN PROCEDURA DI INFRAZIONE IN MATERIA DI DEPURAZIONE, PER REGIONE

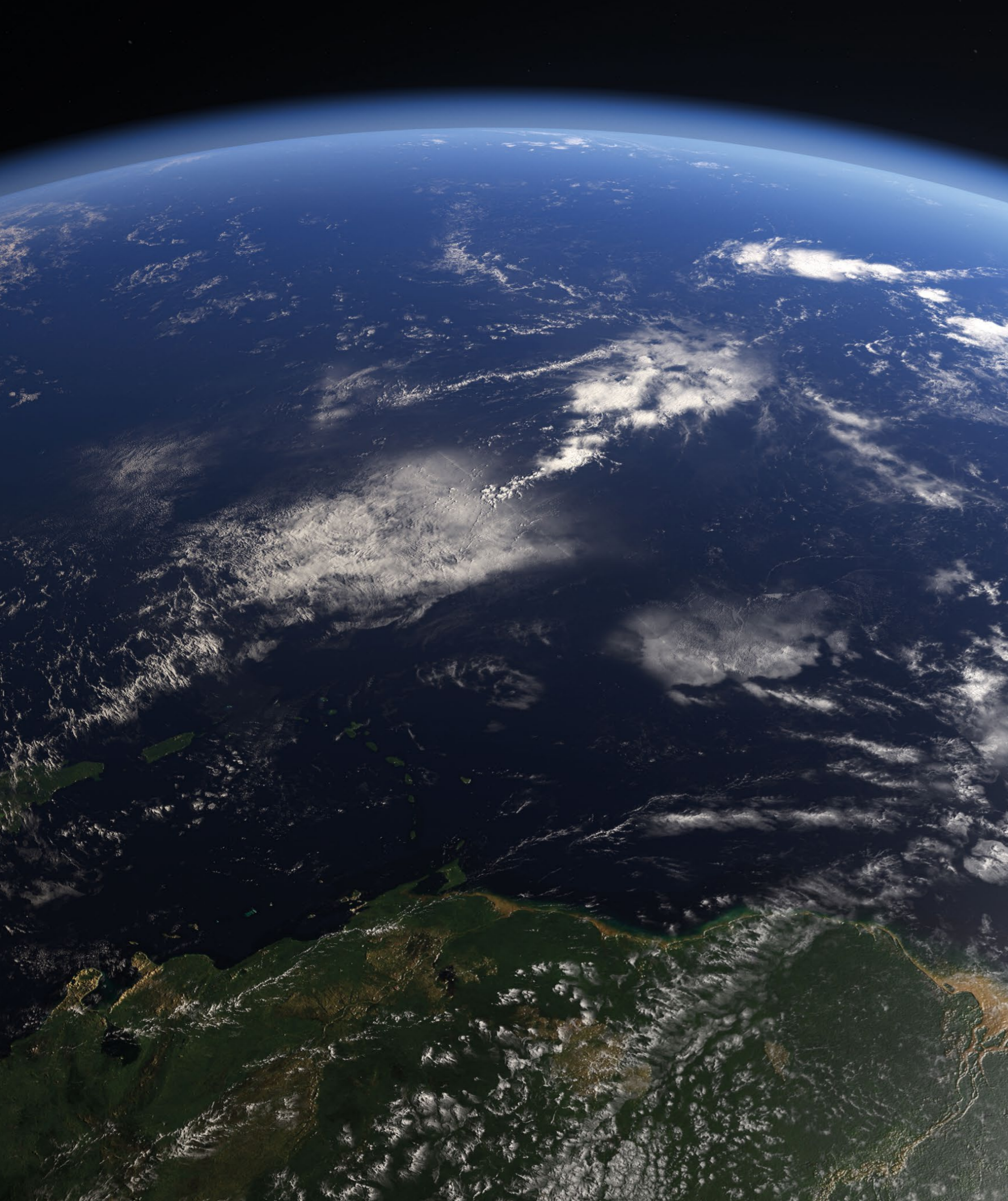
REGIONE	P.I. 2004/2034 C 565-10	P.I. 2009/20034 C85-13	P.I. 2014/2059 C668-19	PI 2017/2181	TOTALE P.I.
Piemonte	-	-	-	-	-
Valle d'Aosta	-	1	1	-	2
Liguria	2	-	4	3	9
Lombardia	-	2	59	69	130
P.A. di Trento	-	-	-	-	-
P.A. di Bolzano	-	-	-	-	-
Veneto	-	2	5	-	7
Friuli Venezia Giulia	1	1	5	1	8
Emilia Romagna	-	-	-	-	-
Toscana	-	-	29	22	51
Umbria	-	-	3	-	3
Marche	-	2	33	4	39
Lazio	-	-	4	2	6
Abruzzo	-	1	14	34	49
Molise	-	-	-	1	1
Campania	6	-	107	4	117
Puglia	3	-	16	8	27
Basilicata	-	-	19	-	19
Calabria	11	-	129	48	188
Sicilia	45	5	168	33	251
Sardegna	-	-	24	8	32
<b>ITALIA</b>	<b>68</b>	<b>14</b>	<b>620</b>	<b>237</b>	<b>939</b>

Fonte: Elaborazione ACT su dati del Ministero dell'Ambiente, maggio 2020

spesso hanno determinato il superamento sono gli erbicidi glifosato e il suo metabolita Ampa, il metolaclo e i fungicidi dimetomorfe e azossitrobina. Il glifosato è l'erbicida più utilizzato, ma anche uno dei contaminanti principali delle acque. In Italia, dal 2016, è vietato l'uso nei luoghi pubblici, nel periodo che precede il raccolto e l'impiego non agricolo nelle aree vulnerabili.

Il registro europeo degli inquinanti E-Prtr (European Pollutant Release and Transfer Register) calcola dal 2007 al 2017 l'immissione da impianti industriali, secondo le dichiarazioni fornite

dalle stesse aziende, di 5.622 tonnellate di sostanze chimiche nei corpi idrici. In questo scenario poco incoraggiante, c'è però una nota positiva: dal 2009 si è verificata una sensibile diminuzione delle quantità di prodotti fitosanitari messe in commercio. Questo è indice di un minore impiego delle sostanze chimiche in agricoltura, dell'adozione di tecniche di difesa fitosanitaria a minore impatto e dell'aumento dell'agricoltura biologica. Un primo segnale di inversione di tendenza che dimostra come tecniche meno inquinanti sono possibili.



# 8.

## Smart Water Grid. Nuove tecnologie per l'acqua

**I**n molte nostre aree ormai, se prima c'era un settore percepito ancora come tradizionale, oggi c'è un servizio sfidante che, con l'innovazione tecnologica, punta alla maggiore sostenibilità del ciclo industriale che passa da distrettualizzazioni, segmentazione di reti, depurazione sempre più efficiente, ricerca e riduzione di perdite, servizi evoluti ai cittadini. Negli ultimi anni tecnologie trovano applicazione nel segmento idrico: leak detection and repair, remote monitoring (satelliti, droni), intelligenza artificiale e big data processing, al servizio delle operation di rete (manutenzione predittiva, ottimizzazione energetica, etc.), fatturazione e customer care robotizzati. E anche il settore idrico ha avviato i suoi percorsi di digital transformation sviluppando sistemi intelligenti di monitoraggio, gestione, misura e telemisura.

La sfida tecnologica riguarda anche l'approvvigionamento per altri usi, come l'irrigazione di precisione già precedentemente descritta, e nel SII i livelli di servizio sono ormai definiti dall'ARERA attraverso un set di indicatori di performance introdotto dalla Delibera 917/17/R/IDR e destinato ad ampliarsi nei successivi cicli regolatori. Gli indicatori relativi all'approvvigionamento e alla distribuzione di acqua potabile riguardano le perdite idriche per unità di lunghezza della rete e in percentuale dei volumi immessi, la durata delle interruzioni del servizio e la qualità dell'acqua erogata. Agli indicatori sono anche associati meccanismi di premialità e di penalizzazione nell'applicazione sistematica delle best practices codificate dall'International Water Association (IWA) in merito, ad esempio, alla quantificazione e controllo delle perdite idriche. Tale metodologia è già applicata da diversi nostri gestori, consiste essenzialmente nel

riconoscere e misurare tutte le componenti del bilancio idrico (volumi immessi, volumi erogati ma non fatturati, volumi fatturati) in modo da ottenere una valutazione delle perdite reali ed effettuare una diagnosi dello stato delle reti e poi procedere al controllo delle perdite e/o al risanamento reti. La sfida nel nostro Paese è, in buona parte, di tipo culturale: essa presuppone uno sforzo organizzativo non indifferente, ma le attività ormai diventano man mano indispensabili e parte nella gestione ordinaria. Sono diversi i cluster tecnologici, applicati soprattutto dalle Multiutility e dalle aziende più performanti, che danno slancio alla manutenzione del patrimonio idrico con controlli in remoto dell'infrastruttura per garantire la sempre più elevata efficienza nella distribuzione e la migliore qualità della risorsa idrica, riducendo i problemi. La gamma di tecnologie Smart Water Grid vede oggi ampi tratti di rete idrica in grado di rilevare in tempo reale i guasti, evitando sprechi di risorsa. Big data sempre più estesi per volume, velocità e varietà permettono di estrarre analisi e conoscenze, e si diffondono l'utilizzo di robot autonomi, simulazioni e realtà aumentata, l'integrazione di sistemi operativi, le piattaforme Cloud e Internet of Things per memorizzare, visualizzare e analizzare in maniera intelligente milioni di dati raccolti attraverso sensoristica avanzata e satelliti - anche sul sistema fognario e depurativo per il monitoraggio degli scaricatori di piena delle acque reflue -, i nuovi "contatori intelligenti" in ambito IoT con telelettura in grado di offrire una conoscenza dettagliata dei consumi e di ottimizzare il servizio fornendo monitoraggi costanti dei flussi d'acqua e della condizione della rete e accelerando le risposte alle utenze (condomini, residence, abitazioni unifamiliari, esercizi commerciali, ospedali,



scuole, etc.) permettendo un controllo in tempo reale dei consumi idrici, tecnologie ad inverter che permettono di ottimizzare i costi di sollevamento acque sia dalle fonti di approvvigionamento (pozzi) che in linea, tecnologie per la cybersecurity per far fronte ad attacchi informatici sono complementari ad un sempre più elevato grado di digitalizzazione dei processi interni con sistemi di Work Force Management. Le tecnologie sono strumenti necessari anche a rafforzare le relazioni con i cittadini e migliorare un servizio in monopolio, creando spazi di coinvolgimento, comunicazione trasparente e immediata, semplificazione di pratiche amministrative con notifiche da applicativi digitali, App con messaggistica istantanea e diretta su avvisi di disservizi, interruzioni e ripristini, informazioni su cantieri aperti, gestione di eventi imprevisti. Sportelli online e aree utenti personali sul web agevolano la gestione anche con procedure autogestite dall'utente, come invio di bolletta web, autoletture e reclami, attivazione di pratiche. Il digitale è anche una grande occasione di consapevolezza dei nostri consumi e della qualità dell'acqua di rubinetto, e rafforza la percezione del servizio, la sua complessità, gli sforzi compiuti, le attività svolte.

Nell'ambito dei servizi idrici sono strutturate divisioni interne aziendali che offrono servizi ad alto valore aggiunto, in grado di aumentare efficienza ed efficacia dei processi gestionali. Con gestione delle reti con servizi di ricognizione, informatizzazione dati, ricerca e controllo perdite, campagne di monitoraggio e simulazioni numeriche, tecnologie con pose in opera con il minor ricorso possibile a scavi a cielo aperto nei centri urbani



Samantha Cristoforetti sulla Stazione Spaziale - Fonte: ESA

con un minor impatto ambientale e disagi, attività di mapping e di sviluppo di software GIS.

L'ingegneria delle reti offre una vasta gamma di servizi: individuazione di tracciati e rilievi delle caratteristiche fisiche e geometriche, distrettualizzazione idrica che suddivide il territorio in arre di circa 30-50 km di rete nelle quali controllare quantità di acqua erogata e consumi, trasferimento dati su sistemi informativi territoriali, ricerca e controllo perdite su rete con modelli di analisi dei consumi, l'esatta localizzazione con sistemi elettroacustici, di pre-localizzazione acustica computerizzata con monitoraggi del rumore provocato dalle perdite trasmessi via radio a un palmare centrale. Attraverso la modellazione è possibile evidenziare carenze funzionali del sistema, definire piani di intervento assegnando priorità di realizzazione, campagne di monitoraggio, costruzione di modelli delle reti finalizzati a simulazioni numeriche.

I laboratori permettono servizi di controllo, analisi chimiche, chimico-fisiche, microbiologiche per le acque destinate al consumo umano, ma anche per le acque marine e portuali, fanghi, acque reflue. L'uso dell'aereo e della tecnologia radar per combattere lo spreco di risorsa idrica è utilizzato, ad esempio da da Publicacqua in Toscana, ed ha permesso di recuperare un -31%:

su 37 milioni di mc l'anno immessi nelle tubature, circa 11,5 milioni dispersi su 25,5 milioni che arrivano alle varie utenze cittadine. Il costo per potabilizzare l'acqua dispersa è di circa un milione di euro. Il Piper dotato di radar emette onde elettromagnetiche verso terra, sorvola le varie zone a circa 3 chilometri d'altezza, e in base al tipo di segnale che torna indietro vengono individuate le porzioni di terreno particolarmente umide e il dato viene incrociato con le carte delle reti, in modo da escludere la presenza di umidità legata ad altri motivi. Il Piper ha sorvolato l'area fra Firenze, Prato e Pistoia 13 volte in un giorno, mappando circa 1800 km di rete dell'acquedotto. Con le tecniche tradizionali un monitoraggio del genere avrebbe richiesto almeno un anno di lavoro. Sul sistema fognario e depurativo sono in azione robot per il monitoraggio degli scaricatori di piena delle acque reflue.

Tra le acque d'Italia c'è anche l'acqua spaziale. È made in Italy l'acqua che disseta astronauti e cosmonauti, e siamo noi il Paese che garantisce la fornitura dell'acqua di volo sulla Stazione Spaziale Internazionale ISS, e almeno lassù la nostra acqua mette d'accordo Europa, Stati Uniti e Russia. L'acqua spaziale è fornita dalla SMAT, la Società Metropolitana Acque di Torino, preparata nei suoi laboratori del "Centro Ricerche per le missioni

spaziali” una eccellenza mondiale. È fornitore ufficiale della ISS dall’aprile del 2008, e ad essa invia acqua, insieme alle attrezzature per conservarla e gestirla.

Le tecnologie italiane sono state le sole ad aver superato i rigorosissimi test di campionatura della NASA, e soddisfatto tutte le esigenze sanitarie e di gestione tecnologica richieste anche dalle sezioni europee e russe della stazione orbitante; le valutazioni delle diverse commissioni scientifiche congiunte hanno certificato i laboratori analizzandone accuratamente ogni aspetto, dal rispetto degli standard di qualità alle capacità tecnologiche di gestione del processo produttivo, dalla gestione dell’approvvigionamento a tutti i trattamenti richiesti prima del condizionamento per l’invio in orbita con moduli dal sito di lancio. Ad ogni astronauta viene garantita la sua acqua. Gli americani preferiscono acque leggere e poco mineralizzate e trattate con sali di iodio, i russi più ricche di minerali e trattate con sali d’argento e fluoro, per tutti devono però essere assolutamente stabili, in grado di mantenere invariate le loro caratteristiche nel tempo e in condizioni di assenza di gravità, e di evitare contaminazioni di cariche batteriche.

SMAT, con Aerosekur, Thales Alenia Space e il Consiglio Nazionale delle Ricerche si è aggiudicata il bando dell’Agenzia Spaziale Europea per lo stoccaggio dell’acqua per voli spaziali di lunga durata fuori dall’orbita terrestre. Tanto per essere chiari, l’obiettivo è Marte, e a Torino dovranno “preparare” acqua potabile in grado di resistere per almeno due anni senza alcun

rischio, insomma per l’intera durata di un viaggio di andata e ritorno dal “Pianeta Rosso”. Il lancio è previsto tra una decina d’anni, con a bordo l’acqua italiana fondamentale per la sopravvivenza, e si studiano sistemi per farla resistere a temperatura e pressione stabili, senza alterazioni di qualità.

L’urgenza di voltare pagina dopo un cluster di impressionanti terremoti, l’aver compreso che bisogna lavorare sul “prima” per prevenire e ridurre i danni, hanno dato una prima spinta anche all’innovazione nel campo delle infrastrutture idriche. Sono le prime ad essere colpite e squarciate da un sisma, con le sue fratture e le sue frane indotte, eppure sono le ultime ad essere finanziate nell’ambito delle ricostruzioni poiché rientrano nelle opere a tariffa, lasciando spesso molti territori con le autobotti.

È un altro assurdo italiano quello della mancanza dell’obbligo di riparazioni e ricostruzioni di impianti e reti in aree ad alta sismicità con tecniche e tecnologie antisismiche. Un incredibile vuoto normativo, legislativo e anche di investimenti, da colmare prima possibile. Nel frattempo è in corso d’opera il primo acquedotto antisismico italiano. È il rifacimento dell’acquedotto del Pescara, fatto a pezzi in più riprese nel corso dei terremoti del 2016-17 e anche nei precedenti, e sempre rifatto alla meglio.

Oggi, l’azienda idrica CIIP di Ascoli sta realizzando il primo esempio concreto di svolta strutturale, tecnologica e anche culturale italiana, ed è al lavoro per l’acquedotto più resistente. L’opera è finanziata dalla norma sugli invasi e gli acquedotti, in Legge di bilancio 2018, dal Ministero delle Infrastrutture. Per la prima volta, le progettazioni in una zona sismica sono sorrette dall’inserimento di materiali, tecniche di costruzione e tecnologie di monitoraggio che permetteranno di reggere anche una scossa importante.

## Recupero di acqua piovana e gestione dell’acqua in aree urbane

Se negli ecosistemi naturali le acque meteoriche vengono dilavate filtrando lentamente nel sottosuolo, in ambiente urbano le superfici impermeabilizzate impediscono l’infiltrazione delle acque causando la loro permanenza al suolo. Deflussi eccessivi e limitate capacità dei sistemi di ricezione provocano allagamenti, come registriamo sempre più spesso, con danni ingenti e pericoli per le persone. Il drenaggio delle acque meteoriche in area urbana resta un problema ancora sottovalutato di fronte a precipitazioni estreme driver di allagamenti e inondazioni in area urbana, destinate ad aumentare la loro frequenza e la loro intensità per i cambiamenti climatici in corso.



L’urbanizzazione e l’impermeabilizzazione dei suoli fa sì che i picchi di piena della rete fognaria siano raggiunti molto più velocemente, ostacolando il loro rapido deflusso con conseguenti allagamenti di aree cittadine o vere inondazioni. Vi sono reti di fognatura che non riescono a scaricare piogge battenti e provocano reflussi dovuti a sezioni insufficienti a smaltire le portate che si generano. A volte anche per eventi di pioggia anche non eccezionali. Per questo occorre favorire la riduzione dell’afflusso di acqua piovana in fogna, aumentando la capacità di adattamento delle città ai cambiamenti climatici, riducendo malfunzionamenti, inefficienze e interruzioni dei servizi anche in caso di eventi climatici estremi.

Nuove infrastrutture idriche green possono essere inserite nelle nuove pianificazioni delle aziende idriche e nei regolamenti urbanistici comunali. L’acqua di deflusso urbano può essere gestita sia tenendo in efficienza le attuali capacità di ricezione e di smaltimento della rete fognaria, ma anche aumentando molto la permeabilità del suolo urbano con soluzioni in grado di intercettare e smaltire le acque in arrivo e in eccesso, e magari riutilizzarle e depurarle per scaricarle nei corpi idrici.

La gestione dell’acqua nelle aree urbane, a partire dal recupero dell’acqua piovana in singoli edifici, condomini, quartieri, intere città e unioni di città garantisce usi plurimi dall’annaffiatura di parchi e giardini pubblici e privati al lavaggio di automobili o di aree pavimentate pubbliche e private, da riserva idrica contro incendi alla prevenzione di fenomeni di desertificazione di suoli erbosi. Usi che possono essere gestiti sia da privati che da istituzioni soprattutto per la raccolta strutturata di acqua piovana per la laminazione degli eccessi di acqua a difesa dai sempre più frequenti e intensi flash flood che mettono in crisi sistemi fognari incapaci di drenare ingenti volumi di pioggia in breve tempo.

La risposta delle città agli eventi mete-climatici sempre più disruptivi è diventare il più possibile “città spugna”, ed è possibile aumentando quote di verde e terreno drenante in aree urbane malate di eccesso di cementificazione e pavimentazioni impermeabili, dotando le città di diffusi e capillari contenitori di acqua da accumulare nei periodi di pioggia e da riutilizzare. L’urbanistica moderna ormai intensifica le azioni per trattenere e far assorbire il più possibile l’acqua piovana con dispositivi e



materiali nel territorio cittadino secondo i concetti base delle smart city che tendono ad eliminare il più possibile l'effetto-scivolamento su pavimentazioni impermeabili. Li troviamo realizzati in varie città sia con installazione di contenitori di varia dimensione distribuiti nei quartieri, a partire dal sistema realizzato a Barcellona con 15 contenitori per una capacità di contenimenti di 477 mila m<sup>3</sup> di acqua. Ma il trattenimento dell'acqua piovana viene realizzato anche attraverso sistemi "privati" di raccolta e per utilizzi non potabili. Adeguare i sistemi di smaltimento ai picchi di portata è dunque oggi realistico e possibile in tempi brevi affiancando ai sistemi fognari sistemi separati per l'acqua piovana e sistemi misti di scarico. Sono molte le soluzioni che prevedono di:

› incorporare vegetazione e suolo in strutture artificiali per aumentare la permeabilità naturale del terreno, con effetti positivi anche sulla ricarica delle falde acquifere.

› predisporre aree verdi urbane, de-sigillazione di superfici impermeabilizzate, strutture artificiali come pozzi disperdenti o di infiltrazione, bacini di infiltrazione e bio-ritenzione e sistemi modulari geo-cellulari per creare vasche di infiltrazione interrata avvolte da un geotessile o vasche di accumulo avvolte anche da geo-membrana con distribuzione dell'acqua all'interno dei moduli da tubi forati collocati in trincee riempite di ghiaietto drenante e infiltranti.

› creare aree verdi con varie modalità: parcheggi con canali vegetati, viali alberati, mitigazione verde con zone più ampie di protezione forestale. Tetti giardino con copertura vegetale degli edifici, sono in grado di ridurre la quantità totale del deflusso di acque piovane e soprattutto rallentarne la velocità di scorrimento, d'estate trattengono fino al 70-80% del flusso, in inverno il 20-35%.

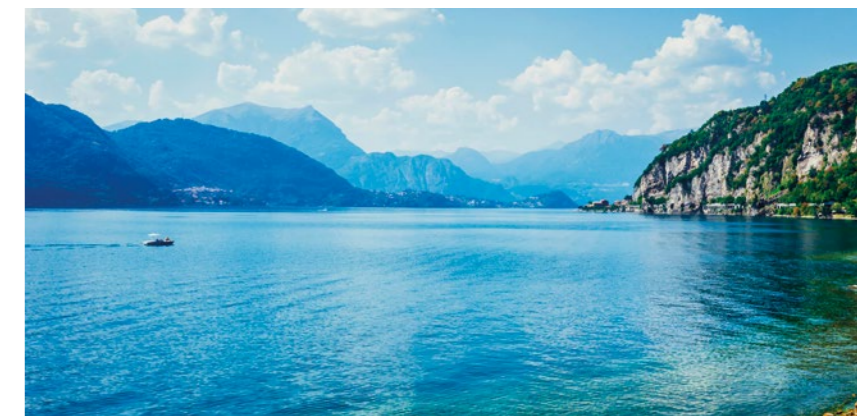


## ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Irlanda	185
Svezia	183
Finlandia	182
Estonia	181
Danimarca	179
Germania	173
Regno Unito	170
Belgio	168
Portogallo	166
Lituania	160
Paesi Bassi	159
Francia	158
Spagna	157
Rep. Ceca	154
Austria	153
Polonia	149
Slovenia	134
Slovacchia	132
Ungheria	130
Croazia	124
Grecia	117
Italia	116
Romania	102

Fonte: Agenzia Europea per l'Ambiente

› aumentare le pavimentazioni permeabili utilizzando diversi materiali per migliorare l'infiltrazione di acqua piovana attraverso la superficie urbana negli strati sottostanti (suoli e falde acquifere) permettendo di immagazzinare l'acqua per rilasciarla più lentamente con sistemi di flusso naturale. La pavimentazione con materiali altamente porosi permette all'acqua di infiltrarsi su tutta la superficie, e la pavimentazione permeabile con elementi modulari tipo mattoni e con presenza di vuoti permette all'acqua di permeare nel terreno immagazzinando l'eccesso di precipitazione sotto la superficie e rilasciandola a velocità controllata, consentendo la lenta infiltrazione nello strato sotterraneo. La riduzione del volume di acque di dilavamento può variare tra il 10% e il 100%, con una corretta manutenzione e gestione.



› riconvertire le superfici sigillate in aree verdi con azioni di desealing, di de-pavimentazione che aumentano la resilienza urbana agli effetti dei cambiamenti climatici. L'installazione di rain garden ha anche positivi effetti estetici.

› creare vasche per accumulo di acque. Il Parco Catene a Marghera e la vasca di Milano-Parco Nord per la gestione idraulica delle piene del fiume Seveso provano quanto i bacini urbani o vaste in aree verdi di filtraggio possano ridurre rischi di inondazioni e aumentare l'immagazzinamento idrico.

Gli interventi nel settore delle infrastrutture idriche verdi sono investimenti già consolidati in altri Paesi europei, mostrano ottimi tempi di ritorno dell'investimento che affianca e integra gli interventi più tradizionali riducendo la velocità di scorrimento e limitando il carico sul sistema fognario ma al tempo le coperture verdi svolgono l'importante funzione di climatizzazione riducendo l'escursione termica negli edifici e i fabbisogni energetici con risparmi anche del 15% dei consumi, e assorbono CO<sub>2</sub> e sono supporti della biodiversità, riducendo l'inquinamento dell'aria, limitando l'effetto isola di calore urbana e altri effetti dei cambiamenti climatici sulla salute, producendo effetti positivi sulla qualità ecologica e sociale delle aree urbane, e incrementando anche i valori del capitale costruito e possono attrarre investimenti.

Sono sperimentati su scala internazionale sustainable sanitation o sustainable urban drainage systems connessi alla gestione dell'acqua e degli scarichi, migliorando la risposta idrologica e la naturalità delle città. Per la loro attivazione in Italia si potrebbero utilizzare dei bonus per le ristrutturazioni edilizie, come stimolo di partenza, o sgravi fiscali. Ma sarebbero indispensabili anche prescrizioni di coperture permeabili almeno in una quota di coperture dei nuovi insediamenti edilizi, in particolare di tipo industriale e commerciale.



## 9. La rigenerazione e il riuso delle acque reflue

**M**odificare e migliorare le caratteristiche dell'acqua già utilizzata e riutilizzarla per scopi agricoli, industriali, urbani e in emergenza anche civili, e rilasciarla pulita nei corpi idrici (falda, fiume, lago o mare) destinati a riceverla, è un obbligo di civiltà. Tanto più con ottimi impianti di depurazione e ottimi sistemi depurativi disponibili e dai quali fuoriescono ogni anno almeno 8 miliardi di metri cubi di acqua di buona qualità, ma finiscono in mare senza essere riusati e nonostante gli ingenti costi dell'investimento in una depurazione ormai a un livello di sicurezza sanitaria mai raggiunto nel passato.

Le riserve d'acqua sotterranea impoverite, l'andamento pluviometrico estremamente variabile, la minore capacità di ricarica delle falde acquifere, le falde dolci costiere condizionate dalla risalita del cuneo salino sono fattori che riducono gli approvvigionamenti idrici e rendono il riutilizzo dell'acqua utilizzata come una delle prospettive più a portata di mano, in particolare nei settori dell'agricoltura, dell'industria e degli utilizzi urbani (lavaggio strade, lavaggio auto, innaffiamento di aiuole, giardini e parchi...).

A questa nuova consapevolezza contribuisce anche lo sviluppo delle tecnologie di trattamento che ormai consentono di produrre acqua di qualità in grado di soddisfare anche gli usi potabili. L'affidabilità dei processi di trattamento e dei controlli permette, infatti, di estendere i processi a barriera multipla, i livelli di automazione, il ricorso a sistemi di ridondanza allo scopo di ridurre ogni rischio e di aumentare l'affidabilità degli impianti di trattamento e quindi della stessa fornitura idrica diretta a vari usi.

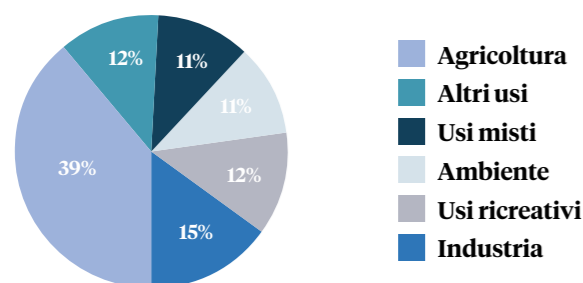
L'UE ormai chiede una transizione verso un'economia più circolare anche nella gestione dell'acqua attraverso il riuso per incrementare la disponibilità idrica e ridurre sprechi e pressione sulla risorsa.

L'ultimo rapporto "Water Reuse Europe" realizzato da 20 istituzioni scientifiche, imprese del servizio idrico integrato e imprese private, valuta il prelievo di acque in Europa a 3,93 miliardi di m<sup>3</sup>/anno, di cui il 56% diventano acque reflue, ma solo il 2% di acque reflue, circa 44 milioni di m<sup>3</sup>/anno, è destinato al riuso e in prevalenza per l'irriguo (39%) e poi industria (15%), scopi ricreativi (12%), recuperi ambientali (11) e altro. In Italia prevale nettamente il riuso irriguo all'83%, seguono gli usi produttivi solo al 9% e un 3% di usi civili.

Il riuso dell'acqua reflua è ormai generalmente considerato come una delle operazioni più promettenti ed a minor costo per aumentare la dotazione di acqua là dove serve a fini irrigui, di utilizzo industriale e, in alcune aree con estrema scarsità di risorsa, anche a fini idropotabili. Un esempio? Quando parliamo di Silicon Valley e di Apple, se il nostro pensiero va al concentrato di imprese innovative, ai colossi dell'high tech con brand globali, oggi da quella desertica area della California le tecnologie più avanzate aprono scenari per l'acqua straordinari. Nella contea di Santa Clara, è in funzione l'Advanced Water Purification Center, il nuovo centro per il riciclo delle acque "avanzate", quelle reflue, il più innovativo degli Usa, realizzato con un investimento di 72 milioni di dollari con un sistema a più fasi con microfiltri, processi di osmosi inversa e raggi ultravioletti che rigenerano l'acqua di scarico in buona acqua da bere.

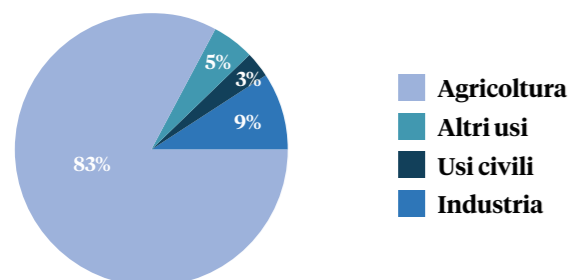
L'impianto garantisce quantità enormi di acqua potabile, circa 30,2 milioni di litri al giorno, utilizzata anche nei data center, che alimenta fontane e impianti per l'irrigazione. Le acque di scarico arrivano dalla città di San José, capoluogo della Contea con oltre un milione di abitanti, e vengono incanalate in piccole condotte per la microfiltrazione, passando attraverso fibre porose con fori del diametro di 0,1 micron (trecento volte più piccoli di un capello umano) e vengono filtrati solidi, batteri, protozoi e virus. Il passaggio successivo è quello dell'osmosi inversa con l'acqua forzata contro membrane a fortissime pressioni e da infinitesimali fori fuoriescono solo le molecole di acqua, tutto il resto viene smaltito (pesticidi, virus, sali). L'ultimo passaggio è dai raggi ultravioletti, con l'acqua esposta agli UV che neutralizzano tutti i possibili virus superstiti. Il risultato è un'acqua pura al 99,99%, con valori di TDS (total dissolved solids) pari a 40 parti per milione, meno della media delle acque potabili locali (215 parti per milione).

#### SCHEMI DI RIUSO DELL'ACQUA IN EUROPA



Fonte: Fondazione Earth Water Agenda

#### SCHEMI DI RIUSO DELL'ACQUA IN ITALIA



Fonte: Fondazione Earth Water Agenda



Il riciclo delle acque reflue in un'area come quella californiana risolve un problema apparentemente irrisolvibile. La California fronteggia da sempre condizioni di scarsità e dure siccità e la soluzione del riuso è la più praticabile e la meno costosa. La Apple, non a caso, investe 4,8 milioni di dollari per la costruzione di un depuratore del tutto simile nelle vicinanze del suo nuovo campus.

Anche in Israele, altro Stato prevalentemente desertico, il riuso delle acque reflue è il secondo sistema più usato per l'approvvigionamento idrico dopo la dissalazione, e garantisce circa un quarto del fabbisogno. Così anche Singapore, stessa "povertà" idrica e da sempre costretto ad importare acqua dalla Malesia, dove oggi un terzo del fabbisogno totale è coperto dai depuratori di acque reflue.

Si stima una produzione di acqua reflua nel mondo di circa 359 miliardi di m<sup>3</sup> per anno di cui 226 miliardi di m<sup>3</sup> viene raccolta (63%) e 188 miliardi è trattata (52%) per essere poi reimessa nel ciclo idrico.

È evidente che il 48% dell'acqua reflua, pari a 172 miliardi di m<sup>3</sup>, viene rilasciata nell'ambiente senza alcun trattamento, creando non pochi danni alle acque, al territorio e alle popolazioni. Si tratta di volumi di acqua immensi. Pur se è difficile fare valutazioni precise e affidabili nelle diverse aree del mondo, si stima anche che solo l'11% del volume di acqua reflua viene riutilizzato per un valore pari a circa 40 miliardi di m<sup>3</sup>. In Europa il livello del trattamento è all'81%, ma il livello di riutilizzo è stimato intorno a 7 miliardi di m<sup>3</sup>, appena il 19%. Sono molto superiori, ovviamente, i valori di Israele (91%), Qatar o Kuwait (89%) che fanno del riuso un asse portante del recupero a fini industriali o agricoli di risorsa idrica. Per quanto riguarda il costo l'international finance corporation - World Bank Group prevede 0,32 dollari per m<sup>3</sup> per acqua irrigua e 0,45 dollari per acqua potabile. Si tratta di un dato molto vicino al livello sotto gli 0,50 euro di cui si parla in documenti dell'Ue per il trattamento in Europa. Ma in questo caso andrebbe valutato non tanto il costo della depurazione ma piuttosto il costo

della depurazione "terziaria" che potrebbe consentire di utilizzare l'acqua non solo come scarico passivo nei fiumi, nei laghi o nel mare ma come risorsa attiva per l'irrigazione o l'utilizzo industriale. Si potrebbe quindi valutare il costo fra lo 0,20 e lo 0,30 a metro cubo almeno per gli usi "ordinari" in agricoltura e nell'industria. Per usi più specifici il costo potrebbe risultare più elevato.

Questa valutazione ci dice intanto che, al di là dei Piani che prevedono forti investimenti nel riuso dell'acqua reflua, in generale il suo riutilizzo resta ancora marginale, mentre è strutturale anche ai fini dell'approvvigionamento idrico solo in Paesi a forte carenza di acqua. Nel resto del mondo è una potenzialità non sfruttata. Eppure, la depurazione di acqua reflua per la irrigazione o l'uso industriale, avrebbe una forte utilità per tutto l'anno.

#### In Italia 9 mld di m<sup>3</sup> di acqua rigenerata

In un paese come l'Italia, con una dotazione di risorsa naturale rilevante, questa modalità di produzione di acqua, in particolari contesti di scarsità di risorsa nelle stagioni dry, può essere strategica nel settore agricolo e soprattutto su terreni limitrofi agli impianti di depurazione, e per gli usi industriali o anche per lavaggio strade urbane, lavaggio auto, annaffiamento di aiuole e giardini e parchi comunali.

In Italia la produzione di acqua rigenerata quota intorno ai 9 miliardi di m<sup>3</sup> all'anno, con un trattamento di reflui attuale per circa l'82,5% e un riutilizzo abbastanza insignificante. Sono oggi attivi e funzionanti 79 impianti dal potenziale totale di 475 milioni di metri cubi l'anno, appena il 5% rispetto ai 9 miliardi di m<sup>3</sup>.

Rispetto ai 9 miliardi di m<sup>3</sup> complessivi prodotti per l'intero arco dell'anno l'interesse per l'Italia sarebbe rivolto al massimo ai 3 miliardi di m<sup>3</sup> utilizzabili nella stagione dry. Ma data la complessità logistica delle operazioni di utilizzo della risorsa e le difficoltà tecniche e culturali per l'accettabilità da parte del mondo agricolo in un piano di medio periodo è difficile porsi obiettivi oltre un miliardo di m<sup>3</sup> di risorsa con un costo aggiuntivo di investimento intorno ai 250 milioni di euro. ARERA stima un utilizzo attuale delle acque reflue depurate del 4% a fronte di un potenziale pari al 20%.

Ma il nuovo Regolamento 2020/741/UE del 25 maggio 2020 oggi incentiva e consente agli Stati membri il riutilizzo dell'acqua reflua, stabilendo criteri comuni e prescrizioni minime per

tutti i paesi dell'Unione. In Italia è ancora vigente il D.M. 12 giugno 2003 n. 185 che pone, per l'uso agricolo, forti limitazioni al riuso delle acque reflue. Stabilisce un'unica classe di qualità i cui limiti parametrici vanno sempre rispettati indipendentemente dalla natura dell'oggetto irrigato e dalle modalità tecniche impiegate. Invece il nuovo Regolamento Europeo, in linea anche con i criteri adottati da numerosi Paesi con ampia esperienza in materia, prevede 4 classi di qualità (dalla A alla D) per l'acqua di riuso sulla base della tipologia delle colture, le modalità di irrigazione nonché le filiere di trattamento previste. Il Regolamento Europeo, con l'introduzione del risk management e delle diverse classi di qualità delle acque in base alle caratteristiche delle colture da irrigare, e di un approccio che responsabilizza l'intera filiera, dovrebbe favorire anche nel nostro Paese la pratica del riuso, avendo anche un riflesso diretto sulla circolazione in area UE dei prodotti agricoli irrigati con acque affinate con requisiti di qualità previsti. Il Regolamento si applica a decorrere dal 26 giugno 2023, pena ulteriori infrazioni. Prevede peraltro che produzione e fornitura di acque recuperate per l'irrigazione agricola debbano essere consentite sulla base di un'autorizzazione rilasciata dalle autorità competenti che dovranno indicare anche la classe di qualità dell'acqua

#### CLASSE MINIMA DI QUALITÀ DELLE ACQUE

CLASSE	Categoria di coltura	Tecniche irrigue	Filiera di trattamento
<b>A</b>	Tutte le colture alimentari da consumare crude la cui parte commestibile, compresa la radice, è a diretto contatto delle acque	Tutte le tecniche	Trattamento secondario, filtrazione e disinfezione
<b>B</b>	Colture alimentari da consumare crude la cui parte commestibile è prodotta al di sopra del livello del terreno e non è a diretto contatto con le acque affinate	Tutte le tecniche	Trattamento secondario e disinfezione
	Colture alimentari trasformate		
<b>C</b>	Colture non alimentari, comprese le colture utilizzate per l'alimentazione di animali da latte o da carne	Irrigazione a goccia o altra tecnica che eviti il contatto diretto con la parte commestibile della coltura	Trattamento secondario e disinfezione
	Colture alimentari da consumare crude la cui parte commestibile è prodotta al di sopra del livello del terreno e non è a diretto contatto con le acque affinate		
	colture alimentari trasformate		
<b>D</b>	Colture non alimentari, comprese le colture utilizzate per l'alimentazione di animali da latte o da carne	Tutte le tecniche	Trattamento secondario e disinfezione
	colture industriali, da energia e sementi		

Fonte: Fondazione Earth Water Agenda

recuperata e l'uso agricolo per il quale l'acqua recuperata è consentita, il luogo di utilizzo, i requisiti minimi per la qualità dell'acqua e il monitoraggio, i controlli e le verifiche.

L'ultima indagine di Utilitalia 2022, curata da Giuseppe Mininni, Elena Mauro, Tania Tellini e Renato Drusiani, rileva l'attuale consistenza tecnica della depurazione e del riuso, la destinazione finale dell'acqua affinata, i costi di investimento e produzione, i prevedibili trend di sviluppo e le diverse tecnologie utilizzate.

Sono 22 le aziende idriche italiane, con utenze complessive pari a circa 21 milioni di abitanti serviti che gestiscono 79 impianti in esercizio, con altri 24 già programmati e altri 40 programmabili. Dei 79 impianti in esercizio, 68 sono gestiti da 12 aziende ed hanno una notevole capacità di riuso con potenzialità complessiva pari a circa 1.300.000 m<sup>3</sup>/d, che corrisponde ad una media di 19.000 m<sup>3</sup>/d per impianto.

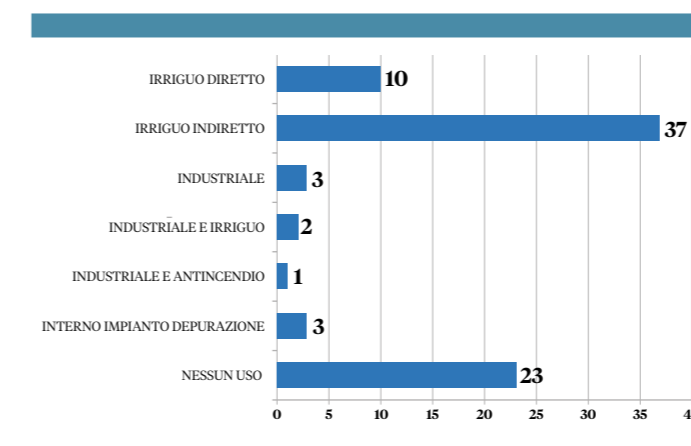
La destinazione finale dell'acqua prodotta, qui illustrata, indica l'utilizzo agricolo indiretto il più utilizzato e si avvale per lo più di canali irrigui. Ben 23 sono le installazioni per le quali non è ancora stata definita una specifica utilizzazione finale ad ulteriore dimostrazione delle incertezze ancora presenti tra gli utilizzatori finali potenziali. E solo 16 dei 79 impianti operanti sono dotati di una specifica rete di trasporto/distribuzione dell'acqua affinata.

#### ATTUALI IMPIEGHI DELLE ACQUE REFLUE AFFINATE

N	IMPIEGO	N	IMPIEGO
1	Per 5 impianti di affinamento uso indiretto da canale irriguo	8	Per un impianto uso indiretto da canale irriguo. Per il futuro è previsto un possibile uso industriale
2	Per un impianto di affinamento uso per alimentazione di fontane e irrigazione giardini + 170 utenze	9	Per un impianto uso interno nel depuratore con autoclave
3	Per un impianto innaffiamento campi da golf, per un secondo impianto usi interni	10	Per due impianti prevalente riuso industriale, con marginale uso irriguo per uno dei due impianti
4	Per un impianto uso industriale per tintoria + erogazione a 5 soggetti come acqua antincendio + usi interni all'impianto	11	Per un impianto uso indiretto a seguito di accordo di programma con Regione, ARPA e consorzio di bonifica, per altri 7 impianti accordo con consorzio di bonifica, per altri due impianti accordi in fase di stipula
5	Per un impianto uso irriguo su 162 ha, per un secondo impianto su 36 ha, per un terzo impianto su 150 ha	12	Per un impianto uso diretto attraverso accordi con Consorzio Irriguo, per un secondo impianto l'acqua affinata è destinata ad un consorzio di bonifica
6	Per 4 impianti uso indiretto da canale irriguo	13	Uso diretto irriguo per un impianto, uso interno in un secondo impianto
7	Per 2 impianti riuso diretto, per 2 impianti riuso indiretto industriale / irriguo, per 17 impianti riusi indiretti da canali irrigui	14	13 utenze industriali utilizzano l'acqua affinata prodotta da un impianto

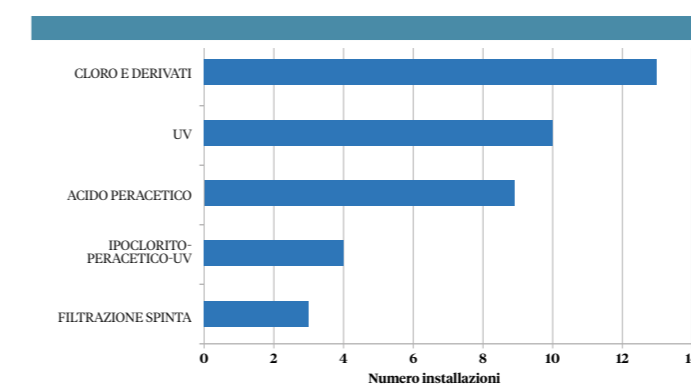
Fonte: Fondazione Earth Water Agenda

#### UTILIZZI FINALI DELL'ACQUA DI RIUSO



Fonte: Utilitalia

#### TIPOLOGIA DISINFEZIONE FINALE



Fonte: Utilitalia

Le tipologie di disinfezione finale utilizzate (obbligatorie per tutti gli impianti) sono diverse e vanno dal cloro (o derivati), ai raggi UV all'acido peracetico anche fra loro combinati. In alcuni impianti la disinfezione finale è a filtrazione spinta (in particolare microfiltrazione).

Questo il quadro di sintesi degli attuali utilizzi delle acque reflue rigenerate. L'utilizzazione delle acque affinate è oggi molto diversificata. L'uso diretto per l'irrigazione attraverso reti dedicate e gestite è piuttosto scarso, solo 16 impianti su 79 sono dotati di reti di distribuzione. In 37 impianti l'acqua prodotta viene scaricata in corsi d'acqua quasi prevalentemente utilizzati a scopi irrigui, nella forma cioè dell'irrigazione indiretta in aree servite soprattutto nel periodo aprile-ottobre quando le risorse convenzionali sono scarse. A fronte dell'interesse crescente delle aziende idriche alla produzione e riuso delle acque reflue per l'irrigazione e per usi industriali, è presente una storica diffidenza degli utenti potenziali e per questo occorre una strategia complessiva che spinga e incentivi il riuso in una logica di economia circolare, coinvolgendo tutti gli stakeholders istituzionali e non istituzionali con un approccio trasparente e scientifico e garantendo sistemi di controllo della qualità dei parametri, procedure di monitoraggio periodico dell'acqua, investimenti su tecnologie sempre più avanzate. A breve medio termine è comunque possibile il quasi raddoppio (da 79 a 143) degli impianti di depurazione. I 24 impianti programmati dovrebbero essere ultimati nei prossimi 5 anni, con potenzialità variabili e tecnologie affidabili per tutti gli usi. Favorire la diffusione del riuso significa però mettere a punto anche meccanismi di incentivazione/sostegno finanziario.

# 10.

## La dissalazione

Come è ripartita l'acqua sull'intera superficie del Pianeta? Oceani e mari ne immagazzinano 1.338.000.000 km<sup>3</sup>, il 96,5%, cioè quasi tutta. Ciò che resta è nelle calotte glaciali, nei ghiacciai e nelle nevi perenni che congelano 24.064.000 km<sup>3</sup> di acqua, è appena l'1,74% del totale complessivo ma è il 68,7% del totale delle acque dolci. A questi vanno aggiunti i 300.000 km<sup>3</sup> di acque congelate nei ghiacciai sotterranei, nel permafrost, lo 0,86% delle acque dolci. L'acqua sotterranea ha un volume complessivo di 23.400.000 km<sup>3</sup>, l'1,7% circa del totale, di cui solo 10.530.000 km<sup>3</sup> di acque dolci, il 30,1% dell'acqua dolce totale. Abbiamo poi l'acqua dei laghi che immagazzinano 176.400 km<sup>3</sup>, lo 0,013% del totale, di cui 91.000 km<sup>3</sup> di acque dolci, lo 0,26% del totale delle acque dolci. E quindi le acque dei fiumi che ne fanno scorrere 2.120 km<sup>3</sup>, lo 0,006% del totale delle acque dolci.

Il problema, con tutta evidenza, è che la quasi totalità dell'acqua, circa il 97,5%, è salata. È negli oceani e nei mari con un contenuto medio di 35 grammi di sale per litro (complessivamente all'incirca 50.000 miliardi di tonnellate di sali disciolti). La salinità, lo sappiamo bene, è troppo elevata per i nostri usi e gusti, è potenzialmente pericolosa se ne ingeriamo troppa, è corrosiva per le piante sulla terraferma e per gli animali, e solo l'albatros ha sviluppato ghiandole saline speciali in grado di trasformare il sale dell'acqua in soluzione salina che fa fuoriuscire dalla punta del becco.

Questo quadro fa sì che l'Umanità deve accontentarsi del 2,5% di acqua dolce planetaria, sapendo che anche questa percentuale minima è solo teoricamente immediatamente disponibile. Il 68% di essa infatti, 24,3 milioni di km<sup>3</sup>, è immobilizzata nelle due calotte polari nell'emisfero nord in Groenlandia e nell'emisfero sud in Antartide, nei ghiacciai montani, nel permafrost,

nelle nevi e sotto i laghi perennemente ghiacciati come il siberiano Bajkal, che da solo contiene un quinto del totale dell'acqua dolce con profondità fino a 1.637 m.

Ecco qui, allora, il paradosso che ci fa utilizzare di tutta l'acqua solo quel preziosissimo 1% raggiungibile e disponibile, appena 1,2 milioni di miliardi di m<sup>3</sup> prelevati da falde e bacini idrici sotterranei, più altri 0,2 milioni di miliardi di m<sup>3</sup> da fiumi

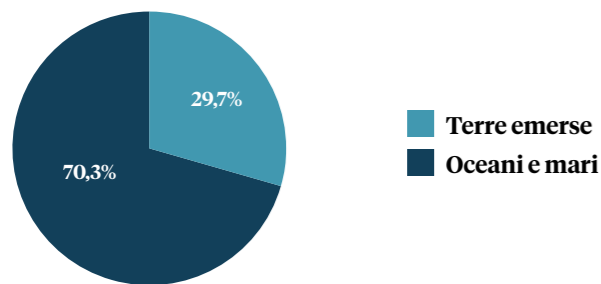
### L'ACQUA SULLA SUPERFICIE TERRESTRE E NELLE FALDE ACQUIFERE

Sorgente di acqua	Volume in km <sup>3</sup>	% dell'acqua dolce	% del totale di acqua
Oceani, mari e golfi	1.338.000.000	-	96,500
Calotte glaciali, ghiacciai e nevi perenni	24.064.000	68,70	-
Acque sotterranee	23.400.000		1,700
- di cui dolci	10.530.000	30,10	0,760
- di cui salate	12.870.000	-	0,940
Umidità del suolo	16.500	0,05	0,001
Ghiaccio sotterraneo e permafrost	300.000	0,86	0,022
Laghi	176.400		0,013
- di acqua dolce	91.000	0,26	0,007
- di acqua salata	85.400	-	0,006
Atmosfera	12.900	0,04	0,001
Acque stagnanti	11.470	0,03	0,001
Fiumi	2.120	-	-
Acqua biologica	1.120	-	-
<b>TOTALE</b>			<b>1.385.984.510</b>

Fonte: S.H.Schneider, Encyclopedia of climate and Weather, Oxford University press

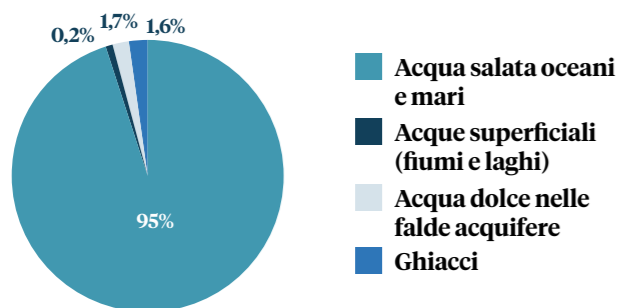
e laghi e dighe e invasi artificiali. Questo è il volume d'acqua che tutta l'Umanità preleva ogni giorno per tutti gli usi, e primo su tutti l'irrigazione in agricoltura che su scala mondiale vale un prelievo del 69%, seguita dalle attività industriali con il 23%, e il restante 8% da usi civili.

## LA SUPERFICIE TERRESTRE



Fonte: Fondazione Earth Water Agenda

## LE ACQUE IN SUPERFICIE



Fonte: Fondazione Earth Water Agenda

Le acque sotterranee sono anch'esse tesori idrici inestimabili, e i dati provenienti da circa un milione di bacini idrografici del mondo dimostrano che sono le risorse più rinnovabili, sacche veloci a ricaricarsi ma anche ad esaurirsi, essendo molto vulnerabili alle conseguenze dei cambiamenti climatici e delle contaminazioni antropiche. I più grandi giacimenti idrici sotterranei sono nel bacino amazzonico, in Congo, in Indonesia, sotto le Montagne Rocciose del Nord America e la catena della Cordigliera occidentale e fino alla punta del Sud America. Le minori quantità sono nelle regioni più aride e con livelli di precipitazione ridotti e pompaggi elevati, come nell'India del Nord

e in Pakistan, nel Nord della Cina, in Iran, in Arabia Saudita e in vaste aree di Stati Uniti e Messico.

I trend demografici dell'Unesco prevedono, entro il 2050, con la crescita attuale, una popolazione mondiale che passerà dai 7,674 miliardi di abitanti di oggi al range tra i 9,4 e i 10,2 miliardi. Due terzi vivranno nelle città, e oltre metà della crescita demografica è prevista in Africa (+1,3 miliardi) e Asia (+0,75 miliardi). Aumenterà di un 30% la domanda di acqua potabile per modelli di consumo che saranno a più alta intensità e che oggi superano i 5.000 km<sup>3</sup> all'anno, due volte i consumi del 1970 e dieci volte quelli del 1900, ma con un trend di aumento più che doppio rispetto a quello demografico.

Già oggi circa un terzo della popolazione mondiale è in emergenza idrica, e sotto gli effetti del riscaldamento globale, tra vent'anni saranno due terzi gli abitanti della Terra che potrebbero soffrire la sete, con una domanda di acqua potabile entro il 2050 che salirà del 30%, con maggiori incrementi nelle aree urbane dell'Africa e dell'Asia, dove le percentuali molto basse di oggi saranno più che triplicate, e dell'America centrale e meridionale, dove raddoppieranno, stando alle previsioni di sviluppo delle infrastrutture e reti di fornitura idrica.

C'è, insomma, acqua dappertutto, ma non da bere e non nelle aree più aride, con livelli di precipitazione ridotti e trend demografici in crescita o in Paesi con problemi, come in Italia, che diventeranno più acuti senza soluzioni da avviare già oggi per una domanda di acqua potabile per modelli di consumo e utilizzi che saranno a più alta intensità sotto gli effetti del riscaldamento globale. Per garantire acquedotti, filiere agricole e industriali, con una domanda di acqua potabile destinata ad aumentare nelle aree urbane, allo sviluppo delle infrastrutture idriche va integrata anche l'estrazione dell'acqua dolce dall'acqua marina e salmastra, finora rimata ai margini e utilizzata in rarissimi casi.

## Dissalazione story

È l'antico sogno di sempre di chi non aveva acqua da bere. Ed è una tecnica alquanto antica visto che troviamo tracce di sperimentazioni in scritti greci ed ebraici, nell'Aristotele "Storia degli animali" nel IV secolo a.C. immaginava l'uso di filtri successivi per rimuovere il sale dall'acqua di mare facendola diventare dolce attraverso strati di cera o di argilla, e in realtà, la filtrazione attraverso l'argilla diminuisce la salinità. Giovanni Filopono filosofo e scienziato che guidò la Scuola di Alessandria d'Egitto, nel suo commentario alla "Meteorologia" di Aristotele



descrive come: "Alcuni rendono potabile l'acqua di mare ponendo sopra un gran fuoco dei recipienti pieni di acqua marina e facendo condensare il vapore in adatti coperchi posti al di sopra". Era già il principio di funzionamento del distillatore. E Aulo Irzio, il militare che ricoprì la carica di console dopo l'assassinio di Gaio Giulio Cesare, nel testo a lui attribuito ne "La guerra alessandrina" narra che Cesare, durante un assedio in una zona priva di acqua dolce, per dissetare i suoi soldati suggerì di scavare dei pozzi vicino al mare, e che intercettarono acqua poco salata dovuta all'effetto dissalante della sabbia, ma anche alla presenza di falde di acqua dolce provenienti dall'interno.

La prima descrizione tecnica della desalazione è del IV secolo di San Basilio nelle "Omellerie sui primi sei giorni della creazione", dove si legge che i marinai ottenevano acqua potabile facendo bollire l'acqua di mare in una caldaia coperta da spugne al cui interno si condensava vapore acqueo e poi strizzandole la ottenevano. Un'altra primordiale tecnica era quella di stendere sul mare i velli di pecore sulle quali si condensava poi vapore

acqueo con meno salinità. Abu Reyhān Biruni, letterato, astronomo e matematico iraniano (973-1048), nella sua "Cronologia" descrive la dissalazione con vasi di cera, mentre lo studioso contemporaneo persiano Abu Mansur Harawi, nel suo trattato di farmacologia, presenta la dissalazione per distillazione con l'utilizzo degli alambicchi inventati dagli Arabi per distillare profumi ed essenze. Di questa tecnica si occuparono, nei primi del Trecento, Giovanni di Gaddesden (1280-1361), e poi il medico spagnolo Andres de Laguna (1499-1560) nel commento alla "Materia medica" di Dioscoride che presenta la possibilità di ottenere acqua dolce facendo condensare l'umidità notturna su teli o velli di lana. Giovan Battista Della Porta (1535-1615) nella "Magia Naturale" si dedica a "come rendere potabile l'acqua di mare", e indica i distillatori con un disegno che spiega il funzionamento, nel IV capitolo del X libro, di un distillatore solare. L'idea fece il giro delle corti nel Cinquecento dei lunghi viaggi oceanici dove l'acqua potabile era un problema e veniva caricata nei porti in quantità limitata. Come "produrla" a bordo



distillando l'acqua marina impegnò studiosi e marinai. Nel 1675 un imprenditore, William Walcot, riuscì a ottenere un brevetto inglese concessogli da re Carlo II ma solo dopo essersi accertato personalmente del funzionamento di un distillatore. Nel 1683, Robert Fitzgerald, parente del fisico Robert Boyle, ne ottenne un altro riuscendo a far annullare il brevetto di Walcot e iniziò a promuovere il suo distillatore stampando libretti per l'uso tradotti in varie lingue, e addirittura fece coniare medaglie con il conio di un distillatore con lo sfondo delle navi che lo utilizzavano a bordo. Walcot ricorse al Parlamento inglese, e dieci anni dopo gli fu riconosciuta la priorità dell'invenzione (Quaderni di Merceologia Bologna, vol. 6, pp. 23-45 1967).

Lo scontro tra i due aumentò l'interesse per la dissalazione, e nell'"Experimentum Novum", il suo libretto pubblicato nel 1697, il tedesco Samuel Reyher, partendo dall'osservazione che dalla fusione del ghiaccio spiegò la possibilità di ottenere acqua dolce dalla fusione degli iceberg. L'idea era ingegnosa e la riprese lo studioso di matematica, chimica, idraulica Antonio Maria Lorgna nel Settecento. E Jean Gautier, medico di Nantes che nel 1717 costruì un distillatore sperimentato a bordo della nave da guerra francese "Triton", costituito da una vasca contenente un tamburo scanalato rotante, riscaldato all'interno, che sollevava

l'acqua di mare dal fondo della vasca, la faceva evaporare e il vapore, condensato su una superficie raffreddata ad aria, era raccolto in una piccola grondaia interna alla superficie condensante. Gautier sperimentò anche un distillatore scaldato col calore solare. Nel 1739 anche l'inglese Stephen Hales (1677-1761), studioso di fisiologia vegetale, nel trattato "Philosophical experiments", descrive i distillatori di acqua marina installati a bordo di navi inglesi, francesi e olandesi. Nel 1742, lo studioso veneziano, Niccolò Ghezzi (1683-1766), nel "Dell'origine delle fontane" descrive così il distillatore solare: "Potrebbe adoperarsi anche un vaso a guisa di storta su cui battesse il sole (che anche nei climi e nei giorni temperati ha non piccola attività per alzar dei vapori) di modo però che il cappello del vaso fosse difeso dall'azione solare; con che verrebbe ad aversi più copiosa e più lunga uscita di acqua dolce". Lo scozzese James Lind (1716-1794), chirurgo della Marina reale, sperimentò a Portsmouth distillatori di acqua di mare e un distillatore scaldato col calore solare concentrato con l'uso di specchi parabolici. Il medico Pierre Isaac Poissonnier (1720-1792) presentò nel 1762 un suo distillatore alle autorità navali francesi e convinse il ministro della marina a farli installare sulle navi della flotta di Brest. L'inglese George James Irving (1722-1798) perfezionò

il distillatore di Lind ed ebbe, nel 1772, a sua volta un premio di 5000 sterline dal Parlamento inglese.

La sopravvivenza dei naviganti promosse i distillatori di acqua marina a bordo delle navi, come quelle dei grandi esploratori: Bougainville nei suoi viaggi nei mari del Sud 1763-1769; Samuel Wallis sulla "Dolphin" 1766-68; James Cook nel secondo viaggio intorno al mondo 1772-1775 che descrisse anche come ottenere acqua dolce dalla fusione dei ghiacci. Nel 1791 Thomas Jefferson prescrisse la conoscenza e l'uso a bordo delle navi americane dei distillatori di acqua marina che, nel corso dell'Ottocento erano a bordo delle navi in tutto il mondo.

Nel 1871 la svolta, venne installato un distillatore di acqua marina a terra a Malta; nel 1872 fu costruito un grande distillatore solare nel deserto cileno; nel 1907 l'Impero Ottomano lo costruì nel porto di Jeddah sul Mar Rosso, e furono in commercio dal 1930 con continui perfezionamenti, con un libro sulla dissalazione pubblicato da D.V.Zaitsev nell'Unione Sovietica nel 1948.

La vera grande svolta tecnico-scientifica nella dissalazione avvenne negli Stati Uniti che di fronte alla scarsità di acqua in vari Stati avviarono la costruzione di dissalatori. Nel 1952 fu istituito nel Dipartimento dell'Interno, l'Office of Saline Water per finanziare ricerche e costruzioni di prototipi, e furono

pubblicati fino al 1972 circa 700 rapporti (la collezione completa è nel "Fondo Giorgio e Gabriella Nebbia" presso la Fondazione Micheletti di Brescia [www.musilbrescia.it](http://www.musilbrescia.it)).

Ai processi di distillazione tradizionali si affiancarono i processi di distillazione multistadio e a compressione di vapore (anni Cinquanta), di elettrodialisi (dal 1940 e commercializzato dal 1953), di osmosi inversa (dal 1953 e commercializzato nei primi anni Settanta). Furono perfezionati i distillatori solari, e intorno al 1950 il russo-israeliano Zarchin inventò un processo di dissalazione consistente nel congelare parte dell'acqua di mare per evaporazione a bassa temperatura, nella separazione del ghiaccio e nella rifusione del ghiaccio.

In Italia, nel 1964, sui processi di dissalazione la Federazione delle Associazioni Scientifiche e Tecniche e l'Ente Fiera di Milano organizzarono il primo congresso su "Acqua dolce dal mare". Nel 2009, rileva Giorgio Nebbia, sono state "prodotti" circa 20 miliardi di metri cubi all'anno di acqua dolce per dissalazione del mare, anche con piccoli impianti di dissalazione e anche galleggianti visti i progressi tecnologici raggiunti e accompagnati da una riduzione dei costi. È continua l'attività di ricerca e sviluppo di nuovi procedimenti con le più avanzate tecnologie. Con l'urgenza di sapere che se fino a qualche anno

fa si pensava alla dissalazione solo per l'approvvigionamento di acqua in nave o in zone totalmente prive di risorsa, sulle isole e nelle zone costiere desertiche e aride, il trend climatico spinge anche verso l'utilità del ricorso alla dissalazione per garantire la sicurezza idrica integrando l'approvvigionamento complessivo. Resta il tema dei costi elevati. La necessità di energia disponibile che determina la scelta dei processi di dissalazione: quelli che separano dalla soluzione il solvente, cioè d'acqua, quelli che ne estraggono il soluto, cioè i sali dissodati in ioni. Sono del primo tipo gli impianti a distillazione, che separano l'acqua in fase di vapore, gli impianti ad estrazione con solvente e quelli ad osmosi inversa che la separano in fase liquida, e gli impianti a congelamento che la separano in fase solida; sono processi del secondo tipo l'elettrodialisi e lo scambio ionico.

Il processo ad osmosi inversa non comporta cambiamenti di stato, e quindi ha un fabbisogno di energia inferiore rispetto agli altri, è straordinariamente semplice e con un campo di applicabilità molto vasto, che va dalle acque salmastre a quelle marine. Il processo di osmosi inversa si compie in varie fasi. Nella prima l'acqua viene prelevata dal mare e pretrattata per la disinfezione seguita da una fase di filtrazione o altri tipi di processo. L'acqua viene poi pompata all'osmosi inversa ad alta pressione che consente di vincere la pressione osmotica e permette il passaggio attraverso le membrane e quindi la rimozione dei sali. A quel punto l'acqua, ormai a basso contenuto salino, viene inviata ad una nuova fase di post-trattamento e integrata con sali minerali e disinfettata in modo da renderla potabile. Grandi impianti con questa tecnologia sono in Oman e in Arabia Saudita, producono in media 250.000 m<sup>3</sup>/g, fornendo acqua potabile ad oltre un milione di abitanti nelle città della Mecca, Jeddah e Taif. Sono stati costruiti da Fisia Italimpianti, controllata da Gruppo Webuild, che oggi ha raggiunto i 4 milioni di metri cubi al giorno di acqua trattata per oltre 20 milioni di persone. In Italia lo sviluppo della dissalazione dipenderà essenzialmente dalla richiesta di acqua dissalata, dal suo costo e dall'inserimento nel contesto ambientale. Le località che devono fronteggiare richieste idriche superiori alle disponibilità attuali, aree costiere aride o semiaride possono averla come fonte di approvvigionamento integrativa anche per i fabbisogni idropotabili, industriali e agricoli. Oggi i dissalatori sono presenti soprattutto in alcune aree del Sud e sulle piccole isole, e complessivamente coprono solo il 4% del fabbisogno idrico del Paese. In un piano integrato e immediato occorre sfruttare che le straordinarie competenze delle imprese italiane e di aziende che operano da tempo in Italia come Acciona, che

all'estero gestiscono grandi impianti (fonti: testi di Giorgio Nebbia e Gabriella Menozzi Nebbia "Breve storia della dissalazione", 2009).

## Costi della dissalazione

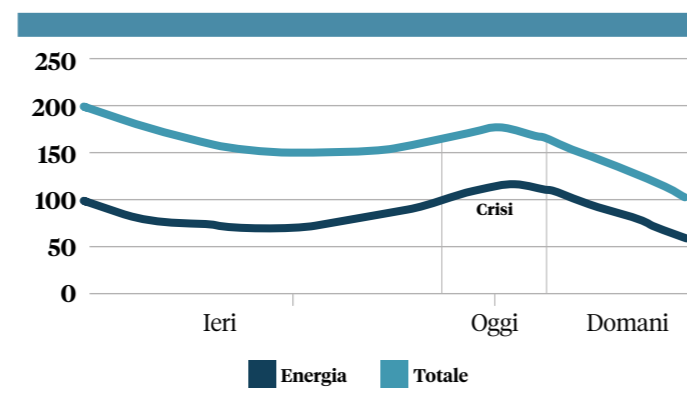
Gli elementi valutabili e da comparare in termini di investimento sono:

- › il confronto con il costo del trasporto da grandi distanze di acque convenzionali con impianti e adduzioni a lunghe distanze da aree in cui l'acqua può essere spinta in infrastrutture fino all'utenza;
- › i costi degli impianti, dell'esercizio, dell'energia e la tipologia di dissalazione;
- › gli effetti economici e di occupazione e l'utilizzazione dell'acqua "prodotta";
- › gli effetti indiretti dell'utilizzazione dell'acqua "prodotta" sull'ambiente.

Ma il dato nuovo è che i costi per la desalinizzazione dell'acquanell'ultimo periodo sono tendenzialmente decrescenti. Ciò è avvenuto sulla base di tre spinte, ancora non definitivamente realizzate, ma in atto. Queste sono:

- › l'utilizzo di nuove tecnologie produttive e lo sviluppo e la ricerca che continuano con forte dinamismo;
- › lo spostamento verso l'uso di energie rinnovabili quindi a più basso costo;
- › la possibilità di smaltimento della salamoia con sistemi più sperimentati ed efficaci e, in qualche caso, addirittura verso il suo riutilizzo industriale che spinge per un minor impatto ambientale e per l'abbattimento dei costi di gestione.

## ANDAMENTO DEI COSTI DELLA DISSALAZIONE



Fonte: Fondazione Earth Water Agenda

Prima della crisi energetica, per la prima volta nel 2020, il settore ha avuto un record di costi di produzione intorno ad 1,5 euro, con punte in alcune aree del mondo intorno a 1 euro, rispetto ad un costo in Italia sensibilmente più alto oltre i 2 euro a causa principalmente della piccola taglia degli impianti. Ovviamente, su questa tendenza di fondo di lungo periodo c'è oggi l'impatto attuale della crisi energetica mondiale che, almeno nel breve periodo, produce una battuta di arresto a causa dell'elevato rialzo dei costi energetici. Tuttavia non sembrano cambiare le previsioni future che non possono essere legate in maniera determinante all'attuale "crisi congiunturale". La tendenza sarà verso un abbassamento ulteriore dei costi di produzione del processo di dissalazione per la spinta continua dell'innovazione tecnologica e per l'abbassamento dei costi dell'energia. Pertanto, è strategico mantenere nel nostro Paese non solo uno spazio di ricerca scientifica e tecnologica ma aumentare gli impianti di dissalazione con una pianificazione nazionale in grado di individuare le aree dove sono necessari e/o complementari. Negli ultimi 20 anni il numero di impianti nel mondo è cresciuto in maniera vertiginosa.

Oggi sono oltre 17 mila gli impianti, di cui circa 16 mila operativi, con una capacità di desalinizzazione intorno ai 100 milioni di m<sup>3</sup> al giorno di acqua. Tradotta in termini annuali, questa si traduce in oltre 36 miliardi di m<sup>3</sup> di acqua, con una produzione effettiva intorno ai 35 miliardi di m<sup>3</sup>. Si tratta di un volume di acqua significativo, pari a 7 volte l'utilizzo annuale del consumo civile dell'Italia (5,2 miliardi di m<sup>3</sup>). La maggior presenza di dissalatori è nelle aree del Medio Oriente e del

## CAPACITÀ DI DESALINIZZAZIONE NEL MONDO

Globale	Numero impianti	Capacità di desalinizzazione (mld m <sup>3</sup> /anno)	% impianti	% della produzione
Medio Oriente e Africa Sett.	4.826	16.542	30,34	47,52
Asia Or. e Pacifico	3.505	6.395	22,04	18,37
America Sett.	2.341	4.139	14,72	11,89
Europa occidentale	2.337	3.194	14,69	9,17
America L. e Caraibi	1.373	1.993	8,63	5,73
Asia meridionale	655	1.073	4,12	3,08
Europa Or. e Asia C.	566	825	3,56	2,37
Africa Sub Sahar.	303	650	1,90	1,87
<b>TOTALE</b>	<b>15.906</b>	<b>34.810</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Fonte: JONES ET AL: The state of desalination and brine production: a global outlook. Science of the total environment

Nord Africa con quasi 5.000 impianti e il 47,5% della capacità produttiva mondiale. Quindi l'Asia Orientale e il Pacifico con 3.505 impianti, il Nord America con 2.341, ed infine l'Europa con 2.337 impianti e il 9,2% di capacità produttiva. Il costo di produzione ancora significativamente più alto degli acquedotti (anche se molto più basso dell'alternativa "bettolina" spesso usata per le isole), è di fatto appannaggio dei Paesi a più alto reddito.

L'utilizzo prevalente è l'uso civile (62%) anche se non è irrilevante l'uso industriale (30%).

## CARATTERISTICHE ECONOMICHE DEI PAESI

Uso	Numero impianti	Capacità di desalinizzazione (mld m <sup>3</sup> /anno)	% impianti	% della produzione
Alto	10.712	24.557	67,35	70,55
Medio - Alto	3.084	6.997	19,39	20,10
Medio - Basso	2.057	3.241	12,93	9,31
Basso	53	15	0,33	0,04
<b>TOTALE</b>	<b>15.906</b>	<b>34.810</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Fonte: JONES ET AL: The state of desalination and brine production: a global outlook. Science of the total environment

## USO DELL'ACQUA DESALINIZZATA

Uso	Numero impianti	Capacità di desalinizzazione (mld m <sup>3</sup> /anno)	% impianti	% della produzione
Municipale	6.055	21.542	38,07	61,89
Industria	7.757	10.443	48,77	30,00
Energia	1.096	1.664	6,89	4,78
Irrigazione	395	617	2,48	1,77
Militare	412	215	2,59	0,62
Altri	191	329	1,20	0,94
<b>TOTALE</b>	<b>15.906</b>	<b>34.810</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Fonte: JONES ET AL: The state of desalination and brine production: a global outlook. Science of the total environment

In Europa, è la Spagna che fa la parte del leone con 2 miliardi e 171 milioni di m<sup>3</sup> di acqua desalinizzata e quindi, molto indietro seguono l'Italia con 287 milioni di m<sup>3</sup>, Cipro con 256 milioni, Malta con 160 milioni ed infine la Grecia con 96 milioni.

Negli ultimi anni anche paesi come l'Inghilterra, per molti identificato come caratterizzato da una abbondanza strutturale di acqua, si è dotata di un dissalatore sul Tamigi a Londra che dissala l'acqua "meno salata" della foce del fiume con una capacità di 55 milioni di m<sup>3</sup> all'anno.





### PRODUZIONE DI SALAMOIA NEL MONDO

Regione	Volume Salamoia	Rapporto salamoia/ acqua
Medio Oriente e Africa settentrionale	51,648	2,2
Asia orientale e Pacifico	36,281	0,9
America settentrionale	5,439	0,5
Europa occidentale	3,066	1,0
America Latina e Caraibi	2,044	1,0
Asia meridionale	1,351	1,3
Europa orientale e Asia centrale	0,913	1,1
Africa sub sahariana	0,578	0,8
<b>MONDO</b>	<b>101,320</b>	<b>1,1</b>

Fonte: Jones et al (2019) *The state of desalination and brine production: A global outlook* Science of the Total Environment, 657, 1343 - 1356

La produzione di acqua desalinizzata genera come residuo complementare un'acqua salata al doppio o il triplo di quella originaria.

La cosiddetta salamoia. A fronte di una produzione di acqua desalinizzata di circa 35 miliardi di m<sup>3</sup>, la salamoia prodotta arriva ad un volume considerevole di 51 miliardi di m<sup>3</sup>. Praticamente una volta e mezzo il volume dell'acqua prodotta. Ma è interessante, anche a fini di programmazione di nuovi impianti, il rapporto fra salamoia e acqua prodotta. Esso non è omogeneo nel mondo e va da un massimo di 2,2 volte nel Medio Oriente e Nord Africa ad uno 0,5 nel Nord America. Questo significa che la produzione di salamoia è nel Nord America quasi 5 volte meno di quella prodotta dagli impianti nel Medio oriente e Nord Africa.

Le motivazioni di questo comportamento operativo sono molteplici. Ma le principali risiedono nella tecnologia adottata e nella tipologia di acqua trattata. Si può dire, in generale, che meno l'acqua è salata e più viene utilizzata la tecnologia ad osmosi inversa rispetto a tecnologie "termiche" e meno salamoia viene generata nel processo produttivo.

### PRODUZIONE DI SALAMOIA NEL MONDO PER TECNOLOGIA

Tecnologia	tipo di acqua	% acqua dissalata	% salamoia	"rapporto acqua/ salamoia"
Tecnologie termiche	acqua di mare	34	31	0,9
	acqua di mare	24	55	2,3
Osmosi inversa	foci dei fiumi	19	7	0,4
	acqua di fiume	7	1	0,1
	acqua reflua	5	2	0,4
Altri metodi non specificati		11	4	0,4
<b>MONDO</b>		<b>100</b>	<b>100</b>	<b>1,0</b>

Fonte: Jones et al (2019) *The state of desalination and brine production: A global outlook* Science of the Total Environment, 657, 1343 - 1356

Nel confronto il peggior risultato è dato dall'incrocio mare-tecnologie termiche mentre il migliore in assoluto dall'incrocio fiume-osmosi inversa, ma anche reflui e foce incrociati con la tecnologia di osmosi inversa. Comunque l'incrocio di provenienza col mare interessa quasi il 60% della produzione di acqua e l'86% della produzione di salamoia.

L'Italia, non avendo una mancanza strutturale di piogge se non in alcuni determinati territori e in alcune particolari stagioni, sembrerebbe, allo stato attuale dei costi e della gestione della salamoia, non particolarmente interessata allo sviluppo estensivo della dissalazione. Le presenze attuali riguardano infatti alcune isole (dove il raffronto di costo e di impatto ambientale con la modalità "bettolina", che si situa intorno ai 14 euro al m<sup>3</sup>, risulta decisamente vincente), e alcuni impianti industriali che necessitano di acqua ad elevata purezza.

Nell'ambito di un Piano di rafforzamento della disponibilità di acqua per il paese la dissalazione potrebbe ricoprire un ruolo specifico per alcune realtà territoriali isolate, per determinati impianti industriali e magari per alcune realtà a forte criticità strutturale o stagionale nell'approvvigionamento idrico.

In un contesto di medio periodo l'apporto della dissalazione in Italia potrebbe arrivare, nella sua connotazione civile e industriale, a coprire un volume aggiuntivo di risorsa idrica intorno ai 600 milioni di m<sup>3</sup> con un costo di investimento intorno ai 2,4 miliardi di euro.

I progressi della tecnica e delle tecnologie della dissalazione e la conseguente riduzione dei costi fanno ritenere possibile considerare anche l'acqua marina e salmastra fra le risorse idriche nel nostro Paese, specie al Sud e sulle isole dove ci sono condizioni favorevoli e dono sono stati installati i primi impianti di dissalazione per acqua potabile ormai mezzo secolo fa: in Puglia a Vieste, nel Gargano, con una capacità di 1.200 mc/giorno, a Lampedusa (500 mc/giorno), a Pantelleria (1.000 mc/giorno) e per uso industriale a Taranto (7300 mc/ giorno). Altri in fase di avanzata progettazione a Gela (70.000 mc/giorno), Scarlino (2300 mc/giorno), Brindisi (9300 mc/giorno).

Il costo di produzione di un metro cubo di acqua marina desalata variava allora da un minimo di 60-80 lire per grandi impianti abbinati con centrali termoelettriche, ad un massimo di 300-400 lire per piccoli impianti che utilizzavano fonti usuali di energia.

Sarebbe utile lo studio delle località idonee per impianti di dissalatori sia al servizio di aree industriali che richiedono grandi quantità acqua di ottima qualità, sia in emergenza per il servizio idrico. Nel piano delle acque devono avere uno specifico ruolo.





# 11.

## Energia dall'acqua. L'idroelettrico italiano

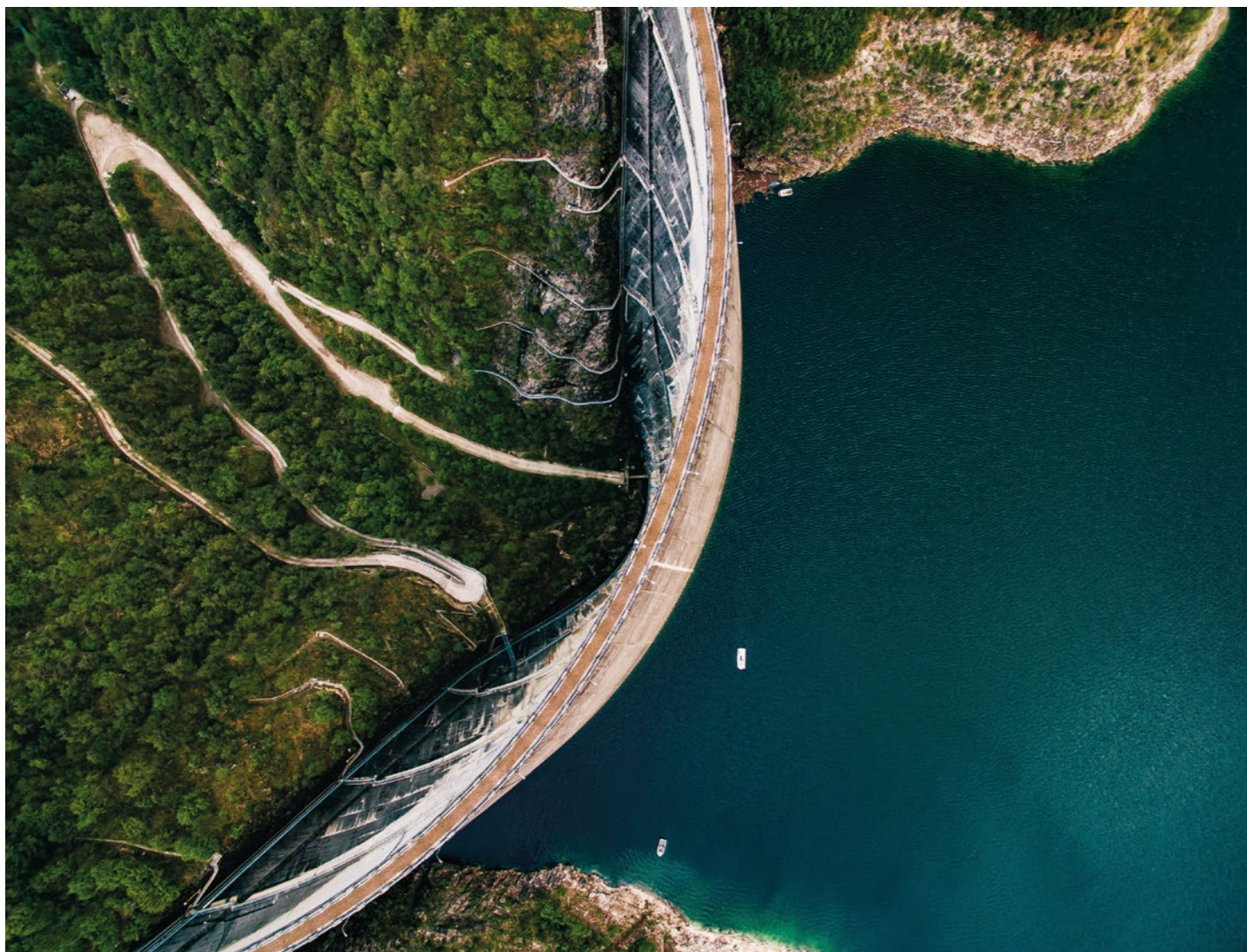
**S**e l'acqua è la più antica fonte di energia pulita utilizzata dall'uomo, è l'Italia il Paese che vanta la più antica tradizione nello sfruttamento dell'energia rinnovabile idroelettrica. Questa è un'altra storia affascinante, che un secolo fa ci ha visti all'avanguardia mondiale nello sviluppo di sistemi idraulici in grado di trasformare la forza meccanica dell'acqua in energia elettrica, con una potenza prodotta dai nostri primi impianti idroelettrici che l'International Renewable Energy Agency calcola pari a 1.172 GW, il 50% circa del totale delle fonti rinnovabili. Le attuali tecnologie permettono un'alta efficienza e di trasformare in elettricità il 90% dell'energia dell'acqua, una percentuale quasi tre volte superiore a quella delle altre fonti convenzionali, in più con un bassissimo impatto ambientale e senza consumo di risorsa.

Le tecnologie di sfruttamento energetico del movimento dell'acqua sono abbastanza semplici, e lo erano ancora di più quelle iniziali nella storia dell'Umanità, rappresentate dalla Noria, la più antica "macchina ad acqua", composta da una ruota idraulica verticale spinta dalla corrente dei fiumi, che girando riempiva i contenitori ad essa collegati. Era l'antenata geniale dei primi mulini azionati nei canali a valle della diga Band-i-Amir sul fiume Karun, nei pressi di Shustar nell'attuale Iran, e l'acqua faceva girare le pale anche di dieci impianti collegati. Nella sua *Geografia*, Strabone descrive un impianto spettacolare fatto costruire dal re del Ponto, Mitridate VI, nel 65 a.C., e Vitruvio nel suo *De Architectura* elencava in dettaglio il funzionamento della ruota verticale mossa dall'acqua.

I Romani importarono la tecnica da Oriente ma aggiunsero diverse versioni di mulini, diffondendoli sulla penisola e nel

mondo colonizzato via via sempre più perfezionate, con ruote e pale sempre più leggere e resistenti. Dal 109 d.C., a Roma un intero pendio del Gianicolo venne trasformato nel Colle dei Mugnai, e il flusso dell'acquedotto Traiano azionava le pale delle macchine idrauliche che permettevano di macinare farina. L'energia dei fiumi spingeva le grandi ruote dei mulini lungo le sponde, anche collocati su imbarcazioni a fondo piatto. Un eccezionale sistema di ruote idrauliche in serie fu realizzato dai Romani nel IV secolo d.C. a Barbegal, presso Arles, dove l'acqua delle condotte spingeva 8 coppie di ruote idrauliche collocate in successione su un pendio in dislivello di 18 m, che azionavano altrettanti mulini che macinavano grano per sfamare 80.000 persone.

I mulini garantirono farina e sopravvivenza alle città come ai piccoli agglomerati lungo i fiumi o i canali di derivazione, soprattutto dopo l'exploit del XIII secolo, quando architetti e costruttori al servizio di papi, di famiglie aristocratiche, di abati e vescovi che disponevano dei diritti sulle acque e dei capitali necessari, ne realizzarono in quantità a valle di sbarramenti, pescaie, traverse, canalizzazioni e bacini di accumulo, o direttamente nei fiumi e nei torrenti. Ai suoni della natura si aggiunse il clangore delle ruote sospinte dall'inesauribile potenza energetica dell'acqua che sostituiva la forza dell'uomo e metteva in moto magli per frantumare e tritare pietre e rocce aurifere e per battere il frumento, mole per spremere olive e per la molitura del grano, seghe per tagliare tronchi e persino marmi, macchinari per follare la lana e lavorare la canapa, meccanismi per le forge delle fonderie e per battere il ferro. I più importanti mulini nelle aree urbane erano protetti da mura e sorvegliati a vista.

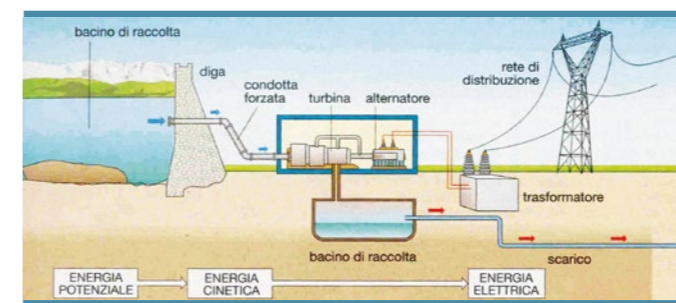


Lo sviluppo industriale utilizzava impianti sempre più complessi come le Gualchiere, con la corrente che muoveva contemporaneamente le pale anche di dieci mulini, meccanizzando anche le faticose follature e gualcature dei panni di lana, quei procedimenti a cui dovevano essere sottoposti dopo la tessitura i panni, lavati e battuti non più con le mani e con i piedi. Le più importanti Gualchiere erano ubicate lungo l'Arno fiorentino tra Roverezzano, Girone, Quintole e Remole, dove il ciclo del tessile produceva panni di qualità esportati in Europa al ritmo di una produzione di 30.000 pezzi all'anno, ognuno della lunghezza di 33 m: circa mille chilometri di tessuto lavorato da 300 botteghe della Corporazione della Lana. La loro meccanica, studiata da Leonardo, si basava su un grosso cilindro orizzontale, mosso da una ruota ad acqua che comprimeva i tessuti di lana all'interno di vasche.

Nelle zone montuose si rettificavano corsi fluviali per aumentare le portate e la spinta della corrente, e aumentavano i salti per trasformare quanta più energia disponibile in natura in energia meccanica. In quel periodo, anche ogni comunità religiosa rispettava la Regola di san Benedetto che imponeva la costruzione di un mulino in ogni corso d'acqua. E non mancavano nemmeno i mulini a marea azionati dalle correnti marine, chiamati Aquimoli.

Nel tempo le tecnologie migliorarono, e nel 1832 arrivò l'invenzione della turbina idraulica capace di produrre energia elettrica dall'energia dell'acqua, ma solo a fine secolo furono inaugurate le prime centrali idroelettriche. Il loro debutto fu negli Stati Uniti nel 1881 presso le Cascate del Niagara, ma è stata l'Italia la prima patria della turbina. Due anni dopo, nel settembre del 1883, l'ingegnere Lorenzo Vanossi mise in funzione

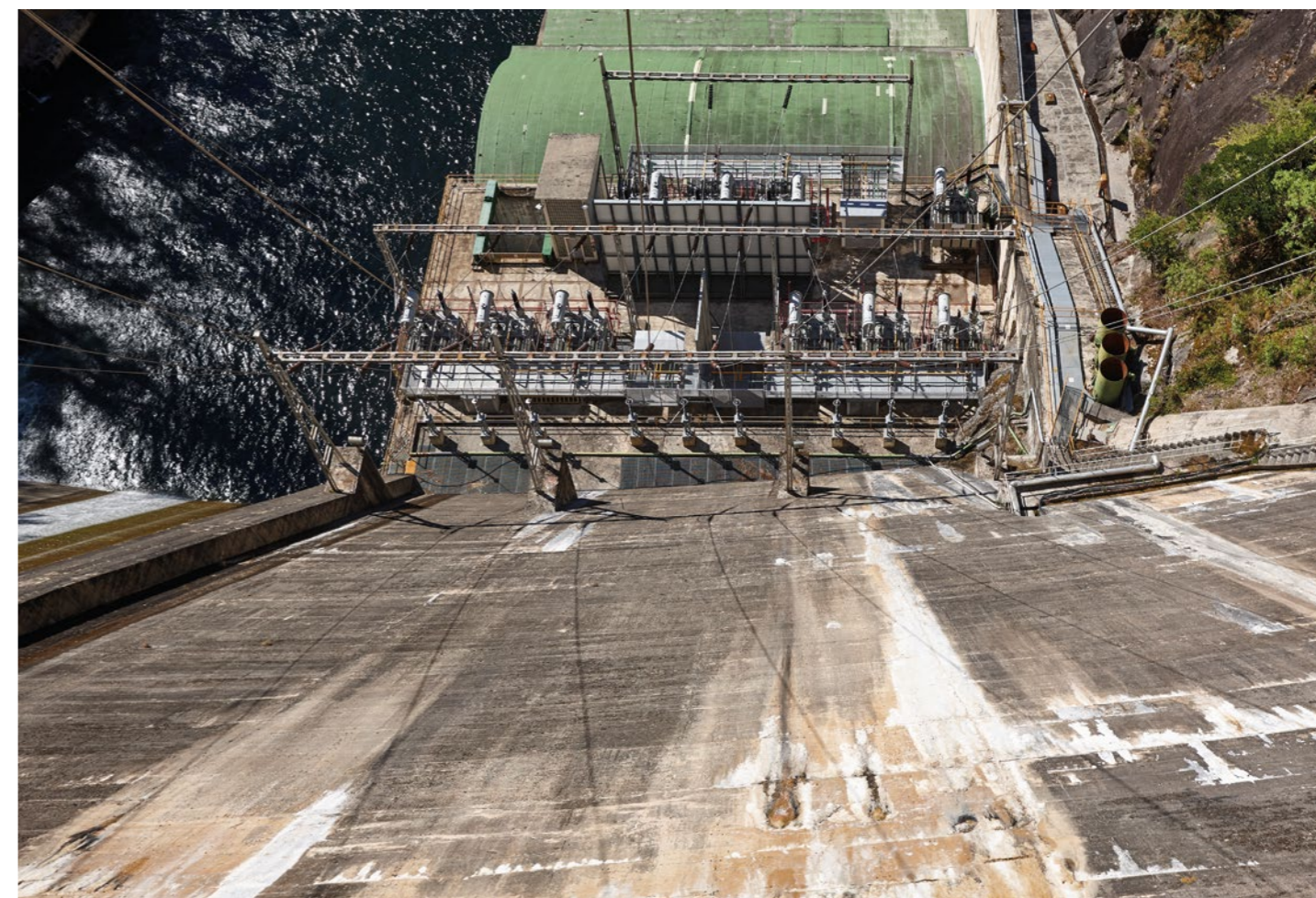
#### SCHEMA DI FUNZIONAMENTO DELLA CENTRALE IDROELETTRICA

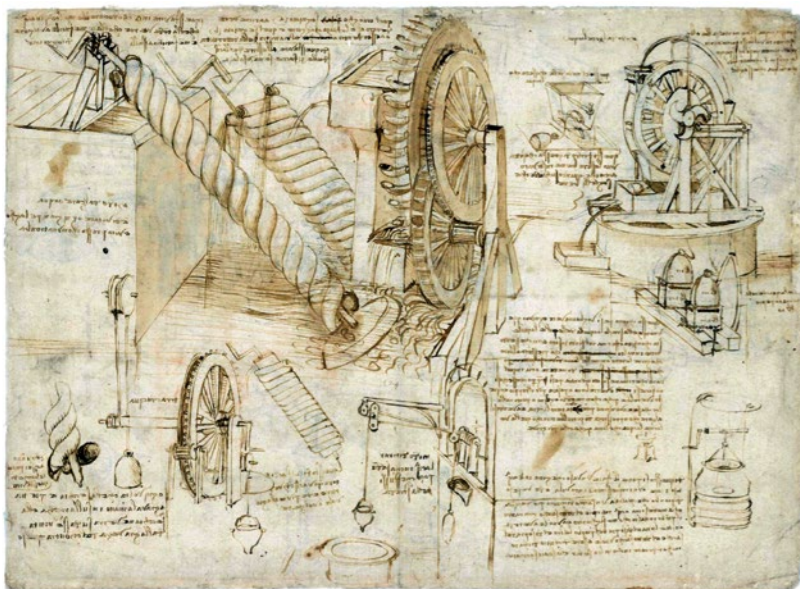


nel cotonificio "Amman" di Chiavenna, in provincia di Sondrio, il primo generatore elettrico azionato dalla forza idraulica, e 30 lampade ad incandescenza sostituirono i vecchi fumosi lucignoli a petrolio. E nel dicembre del 1888, a Sondrio presso il "Mulino Ongania", e a Morbegno presso il setificio "Sacchi & C.", furono installate delle piccole dinamo che con l'idroelettrico alimentavano gli impianti di illuminazione delle due strutture e portavano energia elettrica anche alle vicine abitazioni. Ma

intanto, dal 1895, l'acqua già muoveva l'energia della prima grande centrale idroelettrica italiana, quella di Paderno, costruita sull'Adda dalla Edison.

In Italia, la presenza di numerosi corsi d'acqua e la carenza di materie prime come il carbone fecero puntare quasi tutti gli investimenti sul "carbone bianco", e l'energia idroelettrica divenne la prima fonte strategica nazionale di approvvigionamento energetico. La dorsale appenninica e soprattutto l'arco alpino garantivano quelle forti pendenze decisive per impianti ad alta produttività, e le prime centrali idroelettriche spuntarono a fine '800 sulle prime grandi dighe. Da allora iniziò lo sviluppo galoppante che, dall'inizio del Novecento e nel primo dopoguerra, fece dell'energia dall'acqua la protagonista assoluta della prima "transizione energetica" italiana dalle fonti fossili verso le rinnovabili. L'energia idroelettrica era valutata dagli esperti come l'unica fonte con materia prima talmente abbondante da poter garantire all'Italia l'autosufficienza energetica, sempre disponibile in grande quantità e a costi bassi, vantaggi che garantirono ingenti investimenti fino agli anni Cinquanta.





### NUMERO DI IMPIANTI IDROELETTRICI IN ITALIA PER REGIONE

(in percentuale sul totale nazionale)

Valle d'Aosta	4,1%
Piemonte	21,2%
Liguria	1,1%
Lombardia	15,3%
p.a. Trento	6,3%
p.a. Bolzano	12,7%
Friuli Venezia Giulia	5,5%
Veneto	9,2%
Emilia Romagna	4,6%
Toscana	5,0%
Umbria	1,1%
Marche	4,2%
Lazio	2,3%
Abruzzo	1,7%
Molise	0,3%
Campania	1,4%
Puglia	0,0%
Basilicata	0,3%
Calabria	1,3%
Sicilia	0,6%
Sardegna	0,4%

Fonte: GSE - Gestore dei Servizi Energetici SPA

Ma come funziona una centrale idroelettrica? Lo schema funzionale comprende innanzitutto l'opera di sbarramento - la diga - che deve intercettare il corso d'acqua creando un invaso. Con altre opere di adduzione, come canali e gallerie di derivazione, l'acqua viene convogliata in vasche di carico e, attraverso condotte forzate, è indirizzata verso le turbine che vengono messe in azione, generando energia meccanica. Mentre l'acqua in uscita defluisce dal canale di scarico tornando al suo corso d'acqua, il generatore elettrico rotante o alternatore, collegato alla turbina, trasforma l'energia meccanica in energia elettrica, e attraverso il trasformatore l'elettricità ottenuta viene trasferita alla rete per il suo utilizzo.

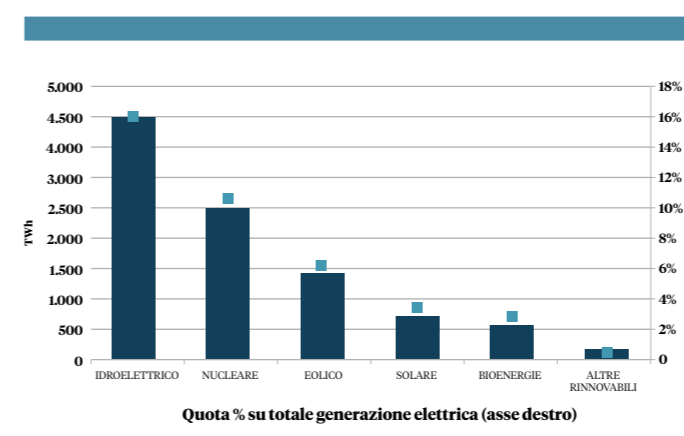
Ci sono tre categorie di impianti idroelettrici. Il primo è la centrale ad acqua fluente che utilizza la portata naturale di un fiume nel suo salto di livello, che viene convogliata alle turbine da un canale di derivazione. La potenza erogata dipende dalla velocità dell'acqua e dalla portata. Il secondo è la centrale a bacino che utilizza un serbatoio a monte detto bacino di carico - un lago naturale o un bacino artificiale creato da una diga - e l'acqua viene convogliata da condotte forzate alle turbine. A valle c'è il suo bacino di calma, dove sostano le acque fuoriuscite dalle turbine prima di essere reimmesse nel corso d'acqua. Il bacino di monte permette di avere il controllo dei flussi d'acqua, e quindi del livello di produzione elettrica.

La terza categoria di impianti è quella delle centrali ad accumulazione che prevedono due serbatoi d'acqua a quote differenti, uno a monte e uno a valle. Non c'è consumo d'acqua, e la risorsa non subisce trasformazioni nelle sue caratteristiche chimico-fisiche e, una volta utilizzata, viene restituita al suo corso naturale.

Quante sono le nostre centrali idroelettriche? Tante. Ben 4.401, rilevate da Terna, e generano oltre il 40% della produzione nazionale da fonti green rinnovabili. I dati Enel Green Power ci dicono che dal 2019 è iniziata la ripresa degli investimenti con 64 nuovi impianti sempre più integrati nel contesto naturale e paesaggistico, ma sono quasi tutti di taglia "mini-idroelettrico". Nel 2009 le centrali erano appena 2.249, e il sostanziale raddoppio ha avuto come anni cruciali il 2010 (+ 480 impianti), il 2016 (+ 270) e il 2017 (+ 348). Tuttavia, ai numeri non corrisponde un incremento di potenza generata, poiché è diminuita la taglia media degli impianti, e la crescita media in potenza totale è stata dello 0,7%.

In grande maggioranza le centrali - e la potenza installata - sono al Nord e lungo le Alpi. In Piemonte sono 930, più di un quinto del totale, con il 14,6% di energia nazionale prodotta.

### ENERGIE RINNOVABILI PER TIPOLOGIA



Fonte: IEA

Segue la Lombardia con 661 impianti, ma al primo posto per potenza con il 27,2%. E quindi le province autonome di Trento

e di Bolzano rispettivamente con 268 e 543 impianti, che producono insieme il 19,3% della potenza. Poi il Veneto (392 impianti e 6,2% di potenza), la Valle d'Aosta (173 e 5,2%) e il Friuli-Venezia Giulia (233 e 2,8%). Lungo la dorsale appenninica si colloca in testa l'Abruzzo, con 71 impianti ma il 5,4% della potenza nazionale, seguono la Calabria (54 impianti e 4,1%) e l'Umbria (45 impianti e 2,8%), quindi le altre regioni che complessivamente producono il 2,5% della potenza totale installata.

Si stima che il rinnovamento degli impianti, anche solo con interventi manutentivi e piccole sostituzioni, possa far guadagnare in pochi anni altri 5,8 GW di potenza e 4,4 TWh di energia annua, con un risparmio di oltre 2 milioni di tonnellate di anidride carbonica e la creazione di duemila ulteriori posti di lavoro diretti e indiretti. Le nuove tecnologie permettono ormai lo sfruttamento di qualsiasi dislivello e salto utile, e oggi le centrali idroelettriche danno lavoro a oltre 15.000 addetti.





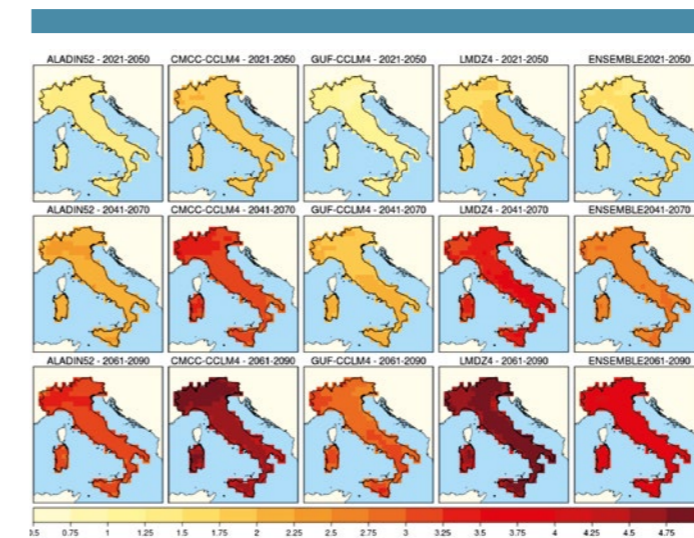
# 12.

## Il clima e l'impatto sulle risorse idriche

**I**l riscaldamento globale in corso è un dato inequivocabile. Il trend e gli effetti sono confermati da ogni rapporto annuale dall'Intergovernmental Panel on Climate Change dell'Onu, l'osservatorio planetario sulla crisi climatica, la task force indipendente di 2000 scienziati di 195 Paesi, istituita dalle Nazioni Unite nel 1988 per valutare l'evolversi del clima e che ha come interfaccia italiana il Centro Euromediterraneo sui Cambiamenti Climatici, che si avvale dei nostri migliori e più avanzati centri di ricerca, e ci ha fornito i principali indicatori.

### TEMPERATURA MEDIA

Mappe delle variazioni previste dai modelli e dall'ensemble mean ai tre orizzonti temporali 2021-2050, 2041-2070, 2061-2090



Fonte: ISPRA

C'è una parola che suona come una sentenza: Tipping Point. È il rischio di toccare, con largo anticipo e intorno al 2030, 1,5 gradi in più di temperatura globale sopra i livelli preindustriali, il punto di non ritorno delle quantità di carbonio sparate in atmosfera, negli ultimi 150 anni di storia industriale.

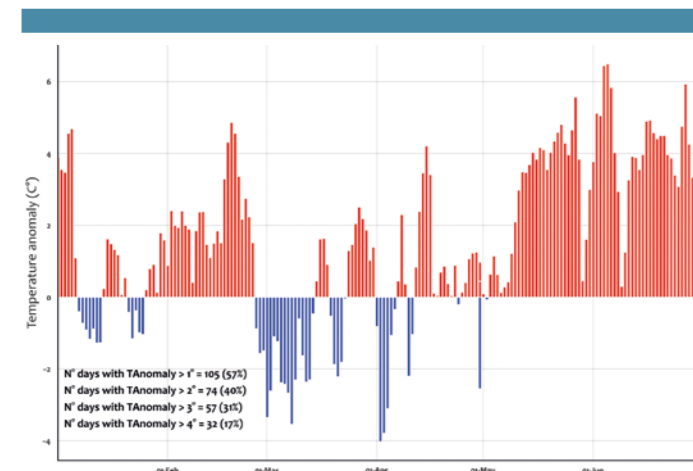
La proiezione è dell'IPCC che valuta il salto di temperatura nel decennio 2011-2020 di +1,09 °C rispetto alla temperatura media registrata nel periodo 1850-1900, mai così rapido da 200 anni e mai così elevato da 6.500 anni. Un altro mezzo grado è poi assicurato dai gas serra già immessi in atmosfera, con un livello di anidride carbonica a 411 parti per milione, il più alto dal 1960, l'anno in cui iniziarono le misurazioni, ma soprattutto il più alto degli ultimi 800 mila anni quando la concentrazione di anidride carbonica oscillava tra 200 e 380 parti per milione. L'amara scomoda verità, quindi, è che il pianeta si riscalderà ancora, e gli eventi meteorologici estremi come alluvioni, tornado, frane, siccità, carestie, ondate di caldo, incendi furiosi non colpiranno solo i Paesi in via di sviluppo.

Quanto si riscalderà il nostro Pianeta dipenderà moltissimo dal livello di emissioni dei prossimi anni e decenni. Continuando così, senza quelle "riduzioni immediate, rapide e su larga scala delle emissioni nei prossimi 20 anni" chieste dall'intera comunità scientifica, non solo raggiungeremo in anticipo la soglia di temperatura media di +1,5 °C, ma anche i +3°C saranno probabili e potremmo salire verso i catastrofici + 4°C o +5°C. Uno choc. E allora, se il clima cambia dobbiamo cambiare anche noi, e alla svelta, perché tra l'agire e il non agire ci sono i gradi che fanno la differenza. Se ridurre le emissioni è l'unica tra le 5 leve che noi possiamo azionare, non potendo né variare

l'orbita terrestre, né modificare le correnti oceaniche, né traslare le posizioni dei continenti né tantomeno la posizione del Sole, è ancora possibile frenare gli effetti climatici che vedono l'acqua come cartina al tornasole.

L'Italia mostra dati climatici preoccupanti, con l'incremento di oltre 1,1°C della temperatura media annua e 8 dei 10 anni più caldi della serie storica registrati dal 2011 in poi. Le anomalie climatiche sono comprese tra +1,26°C e +1,71°C. di temperatura media annuale, e il 2022 sta superando ogni record con impatti su sistemi idrici, sociali, economici, ambientali. Gli analisti dell'IPCC-CMCC identificano 4 categorie di rischi-chiave per il nostro Paese, che determinano effetti sulle acque. Le anomalie di temperatura dei primi mesi del 2022 rispetto alle medie relative del periodo 1981-2010 per l'Italia (dati Copernicus) sono evidenti.

### ANOMALIE TEMPERATURA GIORNALIERA IN ITALIA



Fonte: Copernicus.eu

### Mare climaticum nostrum

Non tutti i mari sono uguali. Il nostro Mediterraneus, il mare "in mezzo alle terre" dall'impareggiabile funzione di regolatore climatico dell'atmosfera fa, o meglio faceva ma speriamo possa continuare a farlo a lungo, la differenza climatica. Il suo assetto geologico 5 milioni di anni fa lo rende un magnifico e larghissimo lago più che un grande mare, un vasto specchio d'acqua semichiuso che comunica con l'Oceano Atlantico dallo Stretto di Gibilterra, e con l'Oceano Indiano attraverso il Mar Rosso dal canale artificiale di Suez, con scambi di acque con il Mar Nero attraverso lo Stretto dei Dardanelli e il Mar di Marmara dallo Stretto del Bosforo.



L'intero bacino ha una superficie di 2.505.000 km<sup>2</sup>, una larghezza di quasi 4.000 km e la lunghezza costiera di 46.000 km. Bagna 21 paesi di 3 continenti - Africa, Asia ed Europa - dove vivono circa 450 milioni di persone: 11 in Europa (Spagna, Francia, Monaco, Italia, Slovenia, Croazia, Bosnia ed Erzegovina, Montenegro, Albania, Grecia e l'insulare Malta), 5 in Asia (Turchia, Siria, Libano, Israele e l'insulare Cipro) e 5 in Africa (Egitto, Libia, Tunisia, Algeria e Marocco). Si divide in ulteriori mari: Mar Ligure, Mar di Sardegna, Mar di Sicilia, Tirreno, Ionio, Adriatico, poi il Mare Egeo, i bacini del Mar di Alborán, Mar delle Baleari, Golfo di Sidra o Gran Sirte, Mar di Levante. È costellato di isole che invitano da sempre a viaggi e scambi. Le due maggiori sono Sicilia e Sardegna, poi Cipro, Corsica e Creta, le Baleari e le Cicladi, le isole dell'arcipelago toscano e del dalmata. La profondità marina media è di 1.500 m, il punto più profondo è l'Abisso Calipso nello Ionio a 5.270 m, salinità media dal 36,2 al 39%.

La regione mediterranea è addolcita dal clima più invidiabile perché mitigato dalla massa d'acqua marina con temperatura media superficiale intorno ai 12 gradi, con estati secche più o meno calde a seconda della zona, ma ventilate, e inverni freddi e piovosi ma con temperature decisamente accettabili e confortevoli. Ma il Mediterraneo è anche un'area marina di transizione, fa da confine climatico tra le aree tropicali e quelle delle medie latitudini, e l'escursione termica viene attenuata dall'azione termoregolatrice del mare. I climatologi lo indicano come "clima temperato", il più gradevole e finora il più prevedibile, termoregolato dalla presenza del mare-lago con acque meno fredde degli altri mari, che trattengono il calore estivo rilasciandolo durante il periodo invernale. L'essere ad una media latitudine e avere un clima incomparabile con altre aree lungo la stessa posizione è un privilegio oggi messo in discussione. Il Mediterraneo, infatti, è uno dei "laboratori" degli effetti del riscaldamento globale, uno dei principali hotspot. Il Copernicus

Climate Change Service dell'UE segnala ormai ogni anno, compreso il 2022, come il più caldo e con i peggiori eventi estremi come siccità, alluvioni e incendi, e il bacino del Mediterraneo è l'area dove le temperature stanno correndo a una velocità del 20% superiore alla media globale, con i valori pre-industriali già superati da range locali di aumento da 1,2 a 3 gradi, e con alcune variabili climatiche ormai compromesse. Si è molto indebolito, ad esempio, l'effetto-cuscinetto sulla nostra Penisola dell'anticiclone delle Azzorre, l'area di alta pressione che, soprattutto d'inverno, favoriva condizioni di tempo stabile e soleggiato e, con le masse d'aria temperate, scongiurava d'estate le ondate di calore eccessive, tenendo il clima in equilibrio e mitigando le basse pressioni del Nord Europa o quelle troppo calde dell'Africa. Il clima cambiato fa sì che l'anticiclone africano entri con maggior frequenza e con diverse ondate di calore, e i deficit pluviometrici prolungati determinano effetti sulle acque e l'ambiente naturale, l'agricoltura e le aree urbane. La fortuna del mare stabilizzatore del clima che accumulava tanto calore ed energia, ora vede quasi invertire la sua funzione: da stabilizzatore si è trasformato in "propulsore" di catastrofi. E le previsioni di impatto sono piuttosto preoccupanti, con due principali fenomeni:

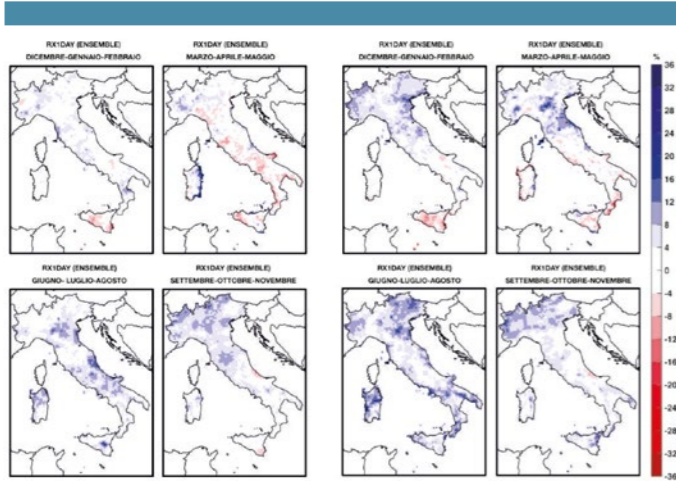
- › circa 250 milioni di persone saranno in scarsità idrica prima della metà del secolo
- › le aree costiere saranno condizionate dall'innalzamento del livello del mare, da 80 centimetri a 1 metro entro la fine secolo, e a 20 cm oltre il 2050. Il livello del Mediterraneo è aumentato di 1,4mm l'anno nel corso del XX secolo, ed ha già un impatto sulle coste e in futuro aumenterà i rischi di inondazioni costiere, erosione e salinizzazione delle falde costiere, con fabbisogni aggiuntivi di risorsa idrica, emergenze e crolli di economie locali e problemi per le aree urbane, portuali, industriali e turistiche costiere. L'adattamento include opere ingegneristiche di varia scala, oltre ad arretramenti della linea di costa. Al momento, le nostre pianificazioni non prendono in considerazione questa emergenza.

### Rischio idrogeologico

Gli estremi climatici sono anche indicatori di processi potenzialmente pericolosi come alluvioni, frane, siccità, ondate di calore e incendi, dovuti al verificarsi di eventi meteorologici intensi. Entrambi gli scenari, con elevate emissioni e con emissioni contenute, mostrano una tendenza all'aumento delle precipitazioni massime giornaliere.

**MAPPE STAGIONALI DI VARIAZIONE DELL'INDICATORE RX1DAYSULL'ITALIA**

Secondo gli scenari RCP4.5 e RCP8.5 per il periodo 2021-2050 rispetto al periodo di riferimento 1981-2010



Fonte: Report CMCC - Rischio clima in Italia

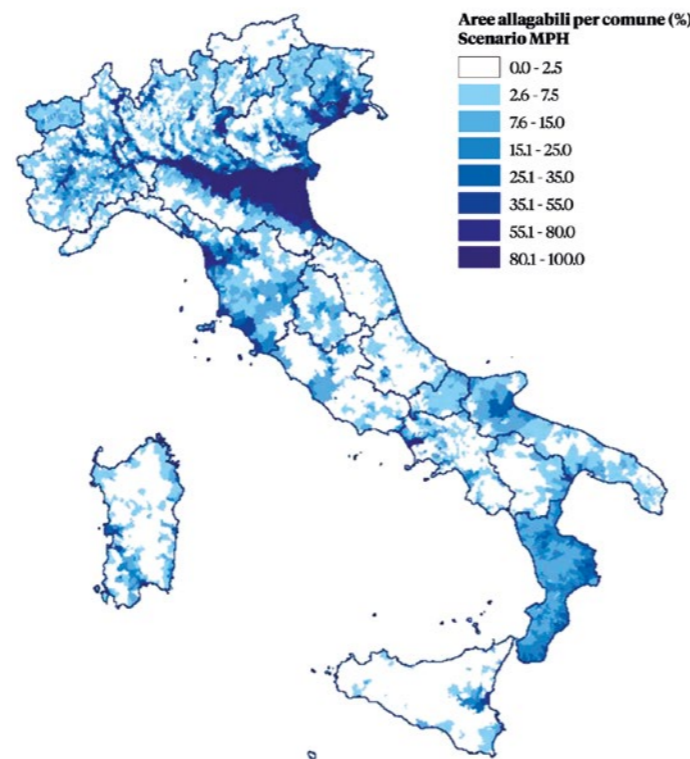
L'aumento di fenomeni meteorologici estremi è evidente. Con piogge a carattere "esplosivo", flash flood, cicloni extratropicali, mareggiate, temporali auto-rigeneranti. Quando il 7 ottobre 1970 i nubifragi mandarono sott'acqua mezza Liguria e a Genova si contarono 35 morti e 8 persone ufficialmente ancora "dispersi", e come bombe esplodavano uno dopo l'altro i corsi d'acqua sotterrati, dal Bisagno al Polcevera, Leira, Chiaravagna e Cantarena, i meteorologi coniarono un termine bellico per definire l'evento: "Mediterranean Storms". Il 19 giugno del 1996, quando l'alluvione fece 14 morti travolgendo l'Alta Versilia, il meteorologo Giampero Maracchi indicò l'evento estremo inatteso come "Bomba d'acqua". Da allora, si sono aggiunte altre definizioni per l'irregolarità delle alluvioni lampo sempre più imprevedibili, concentrate nel tempo e in spazi sempre più ristretti, quei fenomeni che la comunità scientifica e il senso comune definivano eccezionali quando ancora rappresentavano il limite dell'orizzonte temuto e la meteorologia ne registrava in Italia un paio ogni 10-15 anni fino all'ultimo decennio del Novecento. Poi, salirono tra i 4 e i 5 all'anno a fine secolo scorso. Dall'inizio del Duemila, cominciammo a contarne un centinaio all'anno, e da allora l'escalation non consente più a nessuno di ignorare che i danni e le vittime sono direttamente proporzionali al dissesto atmosferico e allo stato di dissesto idrogeologico di tanti territori.

Fanno ormai parte del nostro lessico i cicloni, tifoni, uragani, tornado. A fine ottobre 2018 ci colpì la Tempesta Vaia di grado 10 nella Scala di Beaufort, con venti anche oltre 200 km orari

che abatterono come fucilli 14 milioni di alberi delle antiche foreste alpine sulle Dolomiti, con 8 morti e danni per 3 miliardi di euro su una superficie boschiva di 42.800 ettari, per capirci grande come 70.000 campi da calcio, con torrenti e fiumi in piena. Vento e pioggia come in sei mesi invernali - 715 mm in Veneto in tre giorni che fecero straripare Piave e Brenta e i loro affluenti -, distrussero anche 1.000 km di strade e case, cambiando il panorama delle montagne del Nord Est dalle Dolomiti all'altopiano di Asiago. Per portarli via tutti sarebbero serviti 283.000 viaggi di camion. Un uragano di grado 12, di quelli che si originavano solo sulle acque in zone tropicali o subtropicali.

A fine ottobre 2021 invece un medicane devastò mezza Sicilia. Il nuovo termine unisce le parole Mediterranean e Hurricane, e indica l'evoluzione del classico tifone o uragano o ciclone tropicale nell'area mediterranea. È lo stesso fenomeno con il quale facciamo i conti da qualche tempo, quasi 2 volte in media ogni anno, ma con intensità crescente, come si è visto lungo la costa toscana nell'agosto 2022, con due morti e anni per centinaia di milioni.

**PERCENTUALI DI AREA COMUNALE ALLAGABILE PER SCENARIO DI PERICOLOSITÀ DA ALLUVIONE MEDIA**

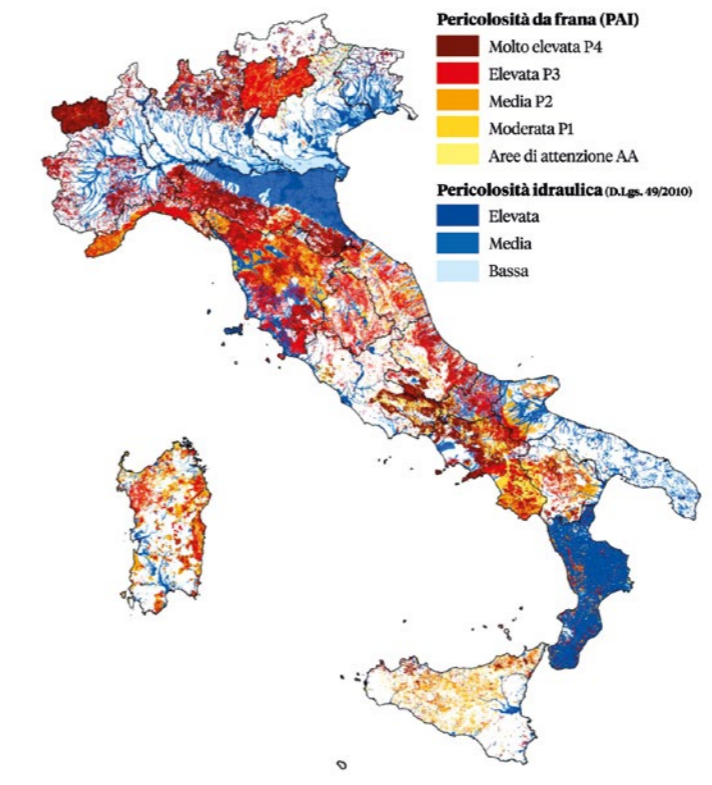


Fonte: ISPRA

Il fatto è che la temperatura del mare è di almeno un grado in più, e fa accumulare energia e libera una intensità termodinamica in grado di formare uragani con tipologia tropicale, che si manifestano con violente raffiche di vento oltre i 100 km/h, sollevando onde fino a 5-6 m, e scaricando piogge abbondanti con intensità anche oltre i 500 mm/h, in aree con un diametro massimo tra 200 e 400 km. Se la loro estensione ed energia sono inferiori a quelle degli uragani tropicali, i danni sono ugualmente incalcolabili, soprattutto nel periodo dell'anno in cui la temperatura superficiale del Mediterraneo è più alta, intorno ai 26°C, come tra agosto e settembre. Il nostro mare ha già subito l'uragano Vince nell'ottobre 2005, il Grace nell'ottobre 2009, l'Arlene nell'aprile 2010 e l'Alex nel gennaio 2016, ma erano solo allarmi iniziali.

Abbiamo anche il problema dei modelli probabilistici delle dinamiche fluviali che un secolo fa portarono a stime condivise nel mondo scientifico delle portate, con il concetto del tempo medio di ritorno, cioè del periodo intercorrente tra due eventi alluvionali successivi di entità uguale o superiore, dai cui furono

**AREE A PERICOLOSITÀ DA FRANA E IDRAULICA**



Fonte: ISPRA

estrapolate le possibili curve di frequenza dei ritorni della piena cinquecentesca, duecentennale, centenaria, decennale. Erano intervalli di tempo che in qualche modo tranquillizzavano. Oggi, i tempi di ritorno sono parametri molto teorici e da aggiornare. Basta guardare a com'è fatta l'Italia per farsi un'idea dei rischi. Dei 302.000 km² di superficie della penisola, il 35,2% con 106.000 km² è montagnoso, il 41,6% con 125.000 km² è collinare, mentre soli

70.000 km², per il 23,2%, sono pianeggianti. Abbiamo perso la percezione di vivere in un Paese soprattutto montuoso e collinare, con l'altitudine media di 337 m sul livello del mare e catene montuose in grandissima parte geologicamente giovani, con terreni molto argillosi e sabbiosi e quindi incoerenti e facilmente erosi dalle piogge e dalla miriade di corsi d'acqua dilaganti, dai venti, dal gelo, dal calore, dalla siccità.

Le alluvioni ci devastano da sempre. I dati CNR e ISPRA ci dicono che sono state circa 29.000 le piene che hanno colpito la penisola nell'ultimo secolo. Sono in codice rosso 12.405 km² di territorio urbanizzato, dove vivono 4,8 milioni di italiani con 1.351.578 edifici, 596.254 strutture industriali con 2.306.229 addetti, 31.000 testimonianze di beni culturali. Le aree a pericolosità media si estendono per 25.398 km² con 6,2 milioni di residenti, e quelle a pericolosità bassa ma pur sempre allagabili per 32.961 km² con 2,1 milioni di persone. Sono in tutto 13,1 milioni quelli che rischiano una piena.

Le frane sono un altro pericolo incombente. In media noi subiamo uno smottamento ogni 45 minuti. Dal 1918 ad oggi, sono rotolate a valle oltre 17.000 gravi frane lasciando vittime e danni. E i cambiamenti nella massa dei ghiacciai e nella copertura nevosa destabilizzano ulteriormente i versanti montani e, come abbiamo visto per la Marmolada con 11 vittime, con un aumento di valanghe di "neve bagnata" che diventeranno un problema sempre più grave. I monitoraggi aggiornati delle Autorità di bacino distrettuali, dell'Inventario dei fenomeni franosi in Italia dell'ISPRA, il censimento delle aree vulnerate del CNR, dimostrano che siamo clamorosamente il territorio più ad alto rischio in Europa per colate di fango e smottamenti. La nostra superficie nazionale in frana risulta estesa per 59.981 km², il 19,9% del territorio nazionale, all'interno delle aree di 7.275 comuni sul totale di 7.904, cioè praticamente tutti. Nelle aree più pericolose risiedono 1,2 milioni di abitanti, gli edifici sono 550.723, le strutture industriali 82.948 con 217.608 addetti. Addirittura, delle circa 750.000 frane censite sull'intero continente europeo, 628.000 circa interessano la nostra penisola, quindi due su tre sono nostre.

## Rischio del rialzo del livello del mare

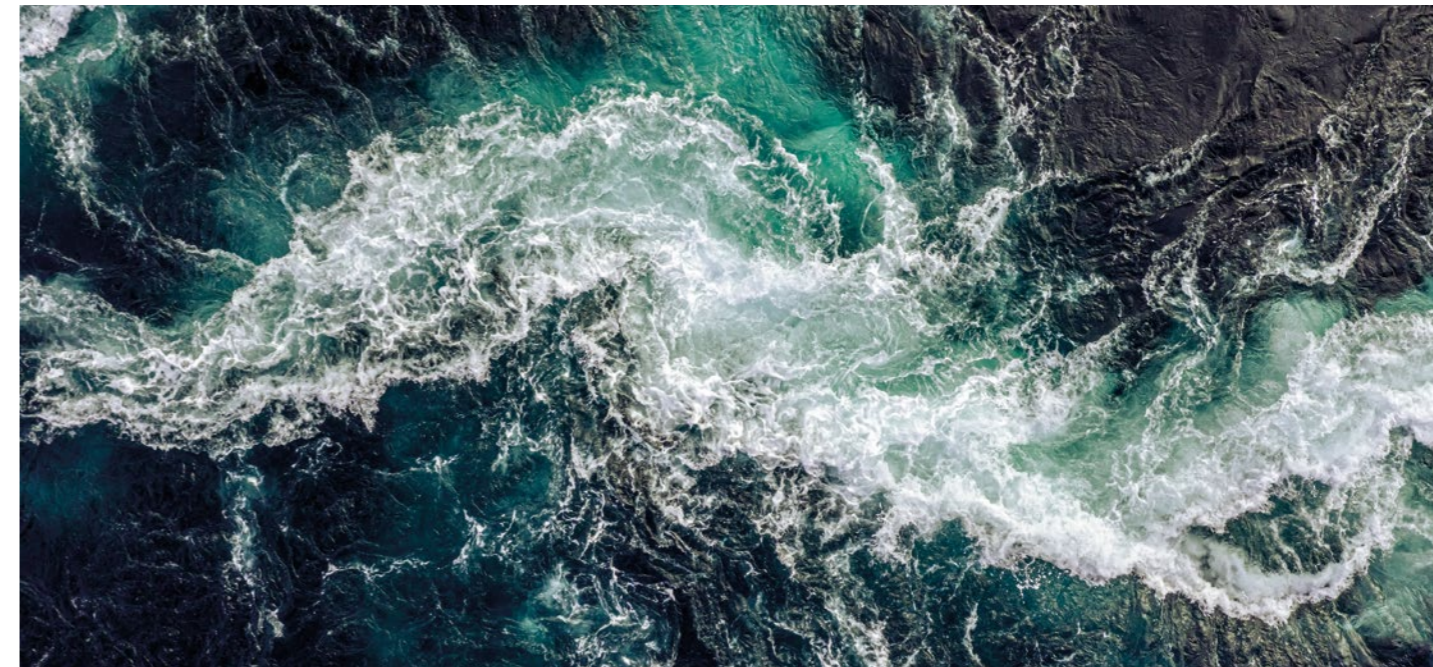
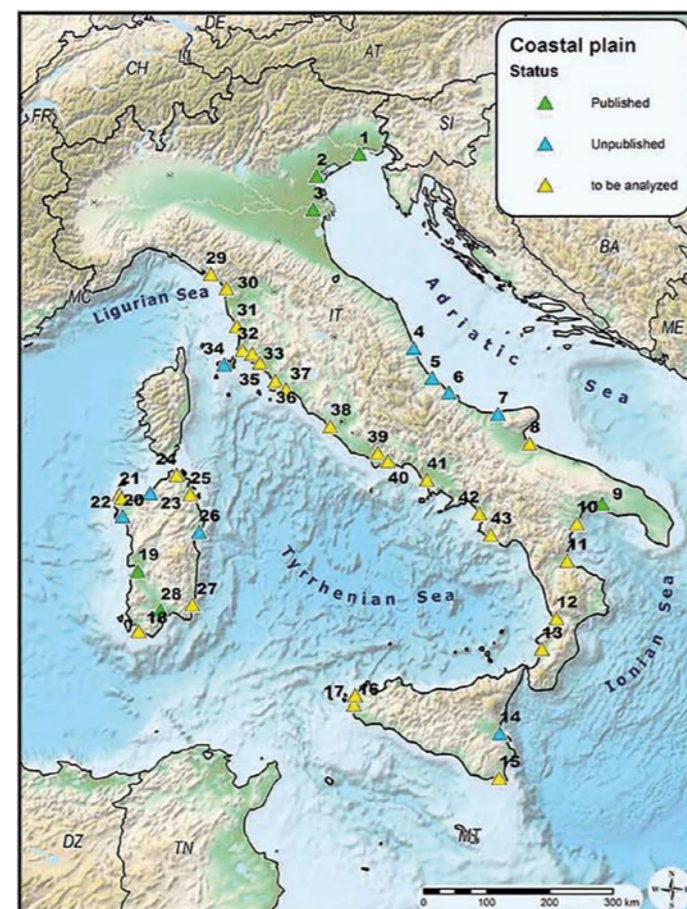
Le proiezioni scientifiche dell'IPCC stimano un aumento del livello medio del mare entro il 2100 da 94 a 200 mm, nei due scenari a basse e alte emissioni. Ma avvertono anche che in alcune regioni del mondo, se si sfonda ogni soglia, "non si può escludere un aumento di 2 metri". Prospettive inquietanti. Ma lo scioglimento di ghiacciai e nevi ha fuso oltre 9.000 gigatonnellate di ghiacci mondiali dal 1961 che hanno già contribuito all'aumento del livello del mare di 0,74 mm all'anno. Con il superamento della soglia limite di +1,5°C di temperatura, gli estremi di calore intensificherebbero lo scioglimento del permafrost nelle regioni fredde con il suolo perennemente ghiacciato, dei ghiacciai della calotta polare, dei ghiacciai montuosi, delle coperture nevose. La conseguenza è lo scenario peggiore, avvertono i climatologi dell'ONU, e cioè "tutto il XXI secolo con inondazioni costiere più frequenti e gravi nelle aree basse".

Sono circa 680 milioni, oltre l'11% della popolazione mondiale, le persone che vivono in zone costiere a meno di 10 m sopra il livello del mare, e saranno un miliardo entro il 2050, stima l'IPCC valutando le comunità costiere più vulnerabili colpite da fenomeni "sproporzionatamente più elevati" rispetto a quelli di oggi. Senza adattamento, l'innalzamento del livello del mare, potrebbe determinare l'inondazione di 136 principali città costiere con danni da 6 miliardi di dollari all'anno fino a 1.000 miliardi di dollari entro il 2050. Tra le megalopoli costiere con oltre 10 milioni di abitanti in questa area di rischio troviamo New York, Tokyo, Giacarta, Mumbai, Shanghai, Lagos e Il Cairo, e si contano almeno 400 milioni di persone da evacuare. Le avanguardie sono i 40 piccoli Stati riuniti nell'Alliance of Small Islands, paesaggi esotici con isole con altezze medie sul livello del mare non oltre i 4,5 m dove le maree montanti degli oceani avanzano occupando metri di spiagge e coste, inquinando falde di acqua dolce, dilagando anche nelle aree abitate, travolgendo barriere di cemento e quelle più rabberciate delle seawalls improvvisate con tronchi, sabbia e pietre.

Ma questo dramma in corso riguarda anche la nostra estrema vulnerabilità ancora molto sottovalutata. Nei laboratori dell'ENEA e del Centro Euro-Mediterraneo, ci sono rendering con la modellistica previsionale climatica realizzati con algoritmi e calcolatori tra i più potenti del mondo e combinando fattori diversi: fusione dei ghiacci, espansione termica di mari e oceani, fenomeni meteo e maree, movimenti della crosta terrestre, movimenti tettonici verticali nelle zone costiere geologicamente

attive. Le proiezioni sono da non dormire la notte. Se tutto resta come è, ancor prima del 2100 ci sarà la possibile sommersione di una quarantina di aree costiere adriatiche e tirreniche. Sono segnalate in rosso le coste da Trieste a Venezia a Ravenna, dal golfo di Taranto alla piana di Catania, dalla costa del Siracusano alle Eolie, dalle piane di Oristano a quella di Cagliari, dalla Piana del Sele e del Volturno al Sud Pontino e ad Ostia-Fiumicino, dalla Versilia alla Liguria. Vedono a rischio inondazione-erosione anche aree focali come quelle del Magra, Arno, Ombrone, Tevere, Volturno, Sele, la laguna di Orbetello, i laghi costieri di Lesina e Varano, lo stagno di Cagliari. Sono modifiche così radicali della morfologia attuale di una larga parte del nostro ambiente costiero da rabbrivire, con allagamenti fino a 5.500 km<sup>2</sup> di pianure sul mare dove si concentra oggi oltre metà popolazione italiana, tanta agricoltura di qualità e tante industrie a partire da quella del turismo, testimonianze storiche e culturali.

### SCENARI DI INNALZAMENTO DEL LIVELLO DEL MARE AL 2100 IN 43 AREE CRITICHE COSTIERE



È la certezza che non rischiano solo le lontane Maldive, ma anche i nostri 1.800 km lineari di litorali sotto osservazione scientifica di CNR, ISPRA e Autorità di distretto idrografico, per processi di erosione, frequenza di allagamenti, infiltrazione salina, fenomeni di subsidenza come tra le fasce costiere del ferrarese, del ravennate e del rodigino, accelerati dallo sfruttamento eccessivo del sottosuolo e dei suoli.

Tra gli choc globali abbiamo già subito quello di una Venezia sommersa nella serata di martedì 12 novembre 2019 dalle acque alte 187 cm, appena 7 in meno dell'Aqua Granda più grande della sua storia del 4 novembre 1966. E se gli alert aumentano, oggi nella laguna spunta il MOSE, il sistema di paratie mobili che, dopo quattro decenni e varie traversie giuridiche, sta salvando la città dalle più alte maree, a dimostrazione che le soluzioni ci sono, le tecnologie anche e possono essere arricchite con altri interventi come richiede la complessità di Venezia che oggi non è solo la più bella e delicata città del mondo, ma è anche l'esperimento del mondo che potrebbe arrivare.

Le variazioni del livello del mare attese per il periodo 2022-2050 evidenziano una diversa dinamica tra il bacino orientale e occidentale del Mediterraneo, che si riflette nei valori attesi per il Mare Adriatico (+6 cm) e il Mar Tirreno (+8 cm). Le differenze maggiori si hanno nelle stagioni primaverile e autunnale, in cui i valori del livello del mare nel Tirreno e nell'Adriatico superano rispettivamente 10 e 8 cm. Un'analisi di dettaglio delle proiezioni climatiche future per le aree marine della fascia

costiera (12 miglia dalla costa), basata sulla suddivisione regionale mostra che tutte le aree costiere italiane saranno caratterizzate da un aumento di temperatura rispetto al periodo di riferimento 1981-2010. Tale aumento varia da un minimo di 1,3°C nelle zone del Mediterraneo Centrale e Occidentale e nel Mar Ligure ad un massimo di 1,6°C nell'Adriatico Settentrionale e Centrale. L'aumento è pressoché costante durante tutto l'anno mantenendo quindi invariata la stagionalità di ciascuna zona. Analogamente alla temperatura superficiale dell'acqua, l'aumento del livello del mare durante il periodo 2021-2050 per lo scenario RCP8.5 caratterizza tutte le aree costiere. Rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, i valori vanno da un minimo di 7 cm per le tre sotto-regioni del bacino Adriatico e nel Mar Ionio, fino ad un massimo di 9 cm nel Mar Tirreno e nel Mediterraneo Centrale e Occidentale.

## Rischio siccità

### Oltre 20 miliardi di danni per l'emergenza siccità dal 2000 al 2022

Dal 2000, l'Italia è stata interessata da almeno 8 periodi di siccità più o meno intensi, con perdite economiche che è possibile stimare come comprese tra circa 0,5 miliardi di euro della siccità 2000 a circa 6 miliardi di euro della siccità 2022 persi dalle sole aziende agricole. Ma oltre il settore agricolo, sono



## LE 8 GRAVI SICITÀ IN ITALIA DAL 2000 AD OGGI

<b>2000</b>	Colpisce soprattutto il Nord nei primi 70 giorni dell'anno, con tutto l'arco alpino senza neve, e danno ingenti anche nel settore turistico.
<b>2001</b>	Colpisce la Sicilia e gran parte del Sud da giugno a ottobre, e poi da mese di dicembre con una grave siccità in particolare nelle Regioni del Nordovest.
<b>2002</b>	Colpisce da maggio Basilicata, Puglia, Sardegna, Sicilia.
<b>2003</b>	Colpisce da maggio a settembre.
<b>2012</b>	Colpisce da giugno a ottobre Abruzzo, Basilicata, Calabria, Campania, Emilia-Romagna, Friuli Venezia Giulia, Lazio, Lombardia, Marche, Molise, Piemonte, Puglia, Sardegna, Sicilia, Toscana, Trentino Alto Adige, Umbria, Valle d'Aosta, Veneto. <b>Dati accertati per 1,19 miliardi di euro.</b>
<b>2017</b>	Colpisce tra primavera e estate Abruzzo, Calabria, Campania, Emilia-Romagna, Lazio, Lombardia, Marche, Piemonte, Puglia, Sardegna, Sicilia, Toscana, Trentino Alto Adige, Umbria. <b>Dati accertati per 2,3 miliardi di euro.</b>
<b>2019</b>	Colpisce il Nord.
<b>2022</b>	Colpisce in Primavera e Autunno 2022 in Piemonte, Friuli Venezia Giulia, Valle d'Aosta, Veneto, Lombardia, Emilia Romagna, Toscana, Lazio, Marche, Umbria, Puglia. <b>Dati accertati per 6 miliardi di euro.</b> Nei primi due mesi del 2023 colpisce il Bacino del PO.
<b>2023</b>	

colpiti anche i settori economici della produzione alimentare, energetica, industriale e dei servizi pubblici come il SII. Il totale complessivo stimato di esborsi pubblici per stati di emergenza e da parte delle categorie colpite, pari a oltre 20 miliardi di euro complessivi.

Le siccità agricole con gli impatti sulle rese per stress idrico, considerando tre diversi scenari di riferimento per i livelli di siccità - 2003, 2006 e 2011, rispettivamente annate secche, estreme e moderate -, ci dicono che i danni totali causati dalla siccità all'economia italiana oscillano tra lo 0,01-0,10% del PIL e hanno ripercussioni anche su altri settori collegati all'agricoltura come quello dell'industria alimentare o dei servizi. Sono stime coerenti con studi Coldiretti e Anbi sulle perdite di prodotti del Made in Italy a partire dal grano, dai pomodori e dall'olio. Istat, Coldiretti, Consorzi agrari d'Italia, Consorzio Olivicolo Italiano nel 2022 stimano, nonostante l'incremento di circa 10 mila ettari coltivati, produzioni di grano duro diminuite del 7,4%, del grano tenero del 9%, di pomodoro da industria (pelati, passate, polpa e concentrato) con meno 11% e un calo del 30% di olio, con una vendemmia anch'essa in calo di produzione del 10%. Complessivamente calcolano perdite per 6 miliardi. La nostra produzione agricola con eccellenze mondiali per poco meno della metà ha bisogno di irrigazione.

L'acqua che scarseggia mette in crisi produzioni agricole, zootecnia, lavorazioni industriali, energia idroelettrica, e parte del

nostro Pil. Esempio evidente è l'area del bacino del Po alimentata da un mare di acque dolci dal Piemonte all'Adriatico con 43 affluenti principali, 22 da sinistra e 21 da destra, e 128 subaffluenti, senza contare canali, scolmatori, altri rii che il grande fiume recupera bagnando 3.210 comuni con 16 milioni di abitanti, il 27% degli italiani, un terzo delle industrie, della produzione agricola nazionale e oltre metà del nostro patrimonio zootecnico, che insieme fanno il 40% del Pil nazionale, alimentato anche dalla sua idro-energia. Il fatto è che anche il Po, come tutti i nostri fiumi, ha un carattere torrentizio e nei suoi 652 km di percorso nel nostro bacino idrografico più esteso, da 71.000 km<sup>2</sup>, può passare con disinvoltura dalla minima portata di 270 m<sup>3</sup>/s, valore idrologico da allarme siccità, alla media portata di 1.540 m<sup>3</sup>/s, fino alla massima portata a 13.000 m<sup>3</sup>/s durante le devastanti alluvioni.

Mai come negli ultimi anni il Po viene però seccato da siccità estreme, come quella del 2022, con il letto del fiume per lunghi tratti a corto di acqua che fa emergere isolotti di sabbia e fango e detriti e persino residuati bellici dell'ultimo conflitto mondiale (il Tevere in secca estrema porta a galla testimonianze storiche come l'antico ponte neroniano). L'assenza di neve invernale e le piogge copiose che mancavano dall'8 dicembre 2021, hanno provocato nel 2022 impressionanti scarti di portata rispetto alla media storica negli ultimi 65 anni, come calcola l'Autorità di distretto, e le portate medie nell'attraversamento

di Torino erano di appena 30 m<sup>3</sup>/s o ad Alessandria di 152 m<sup>3</sup>/s, quando nell'agosto 2021 erano intorno a 335. La carenza estrema di acqua nel fiume ha avuto effetti importanti lungo-costa nel suo grande delta anche con l'abbassamento del livello delle falde sotto il livello del mare favorendo così l'ingresso di acqua salata che percola nell'entroterra e filtra contaminando gli acquiferi dolci. Le bassissime portate del fiume hanno spinto l'acqua del mare in risalita lungo il corso per almeno 40 km all'inizio dell'estate 2022, rendendola inutilizzabile per l'irrigazione con rischi di processi di desertificazione su circa 30.000 ettari di terreni e riduzione di raccolti di grano, mais, soia, erba medica. Anche a inizio novembre 2022 l'ultimo punto di rilevamento di Pontelagoscuro nel ferrarese, registrava 740 m<sup>3</sup> al secondo, molto sotto le medie del periodo pari a 1.750 metri. Il bacino del Po, dunque, è la nostra prima cartina di tornasole degli effetti della crisi climatica, e d'inverno può presentare ormai gli stessi problemi d'estate, e questo segnale ci mette di fronte a responsabilità nuove e immediate. Come altri territori che hanno alle spalle annate siccitose: un 2021 che in Sicilia ha visto 90 giorni consecutivi senza una goccia d'acqua e 140 giorni consecutivi senza pioggia nella piana di Catania, e il caldo estremo l'11 agosto 2021 fece raggiungere nel siracusano la punta mai toccata di 48,8 °C. Il CNR indica ad alto rischio desertificazione la Sicilia per il 56,7% del territorio con aree critiche nelle province di Caltanissetta, Enna e Catania, con condizioni tali da mettere in ginocchio allevatori e agricoltori per perdite fino all'80% di riserve idriche medie.

Ma è l'intera Italia che vede ormai aumentare i periodi di siccità passati in media da 40 a oltre 150 giorni l'anno, che stanno condizionando tanti territori.

## Rischio inaridimento costiero

Lo scenario climatico con carenza o mancanza d'acqua proietta, soprattutto nel nostro Sud e sulle isole e in varie regioni del centro-nord, l'aumento di aree in inaridimento. Le cause principali sono almeno due. La prima è nella riduzione delle precipitazioni con periodi di siccità sempre più prolungati. La seconda è nell'abbassamento del livello delle falde costiere sotto il livello del mare, con l'ingresso di acqua salata che percola nell'entroterra e filtra fino a contaminare la falda acquifera dolce trasformandola in salmastra. La salinizzazione dei suoli impedisce ovviamente la crescita delle piante, ed è una delle cause principali dell'inaridimento delle terre coltivabili e della desertificazione che colpisce gli acquiferi costieri del Sud, lungo la Maremma e nell'alto Adriatico in particolare tra Padova e Venezia. L'European Drought Observatory, l'osservatorio del Joint Research Centre della Commissione Europea, mostra l'Italia tra i Paesi front line nel Mediterraneo dell'avanzata della desertificazione, con perdite costanti di terreni agricoli lungo la costa. Se sono a forte rischio di aridità il 44% del territorio della Spagna, il 33% del Portogallo e il 20% della Grecia, anche in Italia si stimano 91.000 km<sup>2</sup> di suoli che potrebbero subire processi di inaridimento come quelli già in atto su circa 20.000 km<sup>2</sup>. Con



L'attuale trend del calore, il Sud dell'Europa e il Nord Africa, e quindi noi con loro, potremmo subire consistenti riduzioni di produttività agricola, oltre a perdita di biodiversità di ecosistemi naturali, con l'aumento dei fattori di disturbo biotici come attacchi batterici e parassitari, e abiotici come siccità e incendi sempre più difficili da contrastare.

L'aridità dei suoli, peraltro, aumenta costantemente nel nostro Paese almeno dal 1930, l'anno dell'inizio dei monitoraggi, con un balzo dal 1990 ad oggi sia in estensione che in intensità. L'Associazione Nazionale dei Consorzi di bonifica, su dati CNR, proietta rischio sul 70% dei suoli agricoli disponibili della Sicilia, 58% del Molise, 57% della Puglia, 55% della Basilicata, fra il 30% e il 50% di Sardegna, Marche, Emilia Romagna, Toscana, Umbria, Abruzzo e Campania, e quote minori nelle altre regioni. Le aree agricole o ex agricole da allarme rosso sono oggi tra Agrigento, Siracusa, Reggio Calabria, Potenza, Bari, Foggia, Sassari. In altre zone si segnala l'inizio della prima fase dell'inaridimento.

## L'urgenza di un piano per il contrasto a siccità e inaridimento

Il Centro Euromediterraneo sui cambiamenti climatici valuta la siccità fra i rischi naturali tra i più onerosi in termini di costi, seconda solo alle alluvioni e alle tempeste. La crescente frequenza e intensità dei periodi di siccità per effetto dei cambiamenti climatici, rende urgente la necessità di migliorare la qualità e l'affidabilità delle informazioni sugli impatti economici della siccità e le analisi dei costi con metodi di valutazione degli effetti diretti e indiretti sull'economia. Non è semplice ripristinare i confini tra l'acqua dolce e quella marina, e l'unico rimedio efficace per contrastare il cuneo salino e le siccità consiste nel portare acqua dolce nelle aree in crisi idrica ormai quasi permanente. Per questo sono fondamentali i potenziamenti infrastrutturali. Serve un salto di qualità nella programmazione pubblica con nuovi schemi idrici e connessioni e interconnessioni tra invasi e acquedotti e tra industria e agricoltura, anche con depuratori che rilasciano acqua di qualità per il riuso. Dal 2014 il "Piano nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici" redatto da un poll di esperti per il Ministero dell'Ambiente, con versione aggiornata al 2018 e da allora non più rivista, indica le azioni di mitigazione dei danni di siccità: costruzione di invasi per trattenere l'acqua piovana, riprogettazione dei canali di irrigazione, investimenti tecnologici in sistemi di irrigazione intelligente, riprogrammazione delle coltivazioni sulla

base delle risorse idriche disponibili. L'aumento della temperatura influisce poi sul benessere e la qualità del bestiame allevato sottoposto a stress da caldo per lunghi periodi dell'anno, con conseguenze sulla produttività del settore.

L'Anbi, l'associazione che riunisce il Consorzi di Bonifica e Irrigazione, stima servirebbero alcune nuove grandi dighe, almeno 2000 piccoli e medi invasi e circa 10 mila laghetti aziendali per immagazzinare quanta più acqua di pioggia e fluviale possibile e portarla al più presto là dove serve. Il PNRR distribuisce appena 880 milioni per il sistema irriguo, gestiti dal Ministero dell'Agricoltura e della Sovranità Alimentare.

Servirebbe un Piano nazionale che individui le colture agricole e orticole più adatte alle nuove specificità climatiche territoriali e alle caratteristiche dei suoli, con previsioni di incrementi e decrementi di produttività per le colture rispetto ai valori attuali. Che punti alla riduzione della nostra esposizione e vulnerabilità ad eventi siccitosi e a rischi già evidenti, con sinergie pubblico-privato.



## Rischio ghiacciai e nevai in fusione

I ghiacciai sono oggi al loro minimo storico, si stanno sciogliendo a ritmi record da almeno metà del XX secolo. Il lavoro dei ricercatori del World Glacier Monitoring Service, dell'Inventario digitale dei ghiacciai nato nel 1986 come database di 70 scienziati di ogni continente, e del Randolph Glacier Inventory: a globally complete inventory of glaciers, e di altri osservatori scientifici locali, ci consegna ormai sempre più accurate misurazioni da satelliti nelle 19 regioni del pianeta con ghiacci, di cui le più importanti per estensione sono Alaska, Canada Artico, Groenlandia, Himalaya, isole sub-Antartiche. In ogni regione sono monitorate le piattaforme superiori ad un ettaro, e ne sono state geo-localizzate 197.654, con una superficie totale di 727.000 km<sup>2</sup>, e un volume totale tra i 140.000 e i 170.000 km<sup>3</sup>. Se si includessero anche i più piccoli ghiacciai, il numero complessivo raddoppierebbe, ma aggiungerebbero, tutti insieme, poco più dell'1% dei ghiacci.

A livello globale, il team di ricerca guidato dall'ETH di Zurigo e dall'Università di Tolosa ha concluso l'ultimo studio sul ritiro dei 217.175 ghiacciai del mondo, esclusi quelli della Groenlandia e dell'Antartide, rilevando diminuzioni quasi ovunque, e dall'anno 2000 perdite complessive da 267 miliardi di tonnellate all'anno di ghiacci, una quantità teoricamente sufficiente a sommergere l'intera Svizzera sotto sei metri d'acqua. Tra i ghiacciai che si sciolgono più velocemente ci sono quelli dell'Alaska, dell'Islanda e delle nostre Alpi.

Il volume complessivo dei ghiacciai presenti oggi sulla Terra vale circa 32 milioni di km<sup>3</sup> con uno spessore medio di 1.829 m, profondità massima di 4.776 m e quella minima di 1.306 m. Coprono una superficie pari a circa 16 milioni di km<sup>2</sup>, per capirci quasi una volta e mezza l'Europa, ma poco più del 3% dei 510.100.000 km<sup>2</sup> di superficie del pianeta. Poco meno del 90% dei ghiacci sono in Antartide, poco più del 9% in Groenlandia, e queste sono le due grandi calotte di ghiaccio planetarie, la prima nell'emisfero sud e l'altra nell'emisfero nord. Quella antartica ha una superficie totale di quasi 14 milioni di km<sup>2</sup>, e di questi appena 280.000 sono liberi stagionalmente dai ghiacci. La Groenlandia invece è occupata dal ghiaccio per l'82% della sua superficie, per 1,71 milioni di km<sup>2</sup> con uno spessore medio di oltre 2000 m. Tutti gli altri ghiacci terrestri messi insieme sommano il poco che resta, cioè meno dell'1% del totale.

La verità climatica è nella riduzione delle nostre due nostre tipologie di glaciazione. Non solo di quella continentale, alle latitudini della Groenlandia e dell'Antartide, ma anche di quella montana dei ghiacciai alpini che vedono accorciarsi e sparire nelle valli le loro lingue lunghe e quei calanchi di grandi dimensioni chiamati circhi e crinali. Permafrost, ghiacci del Polo Nord, strati di Antartide e Groenlandia, superfici montuose ghiacciate e nevose sono tutti ambienti sotto stress termico, erosi dall'aumento delle temperature, come le calotte dal distacco degli iceberg, con il calving accelerato dal caldo. Fenomeni collocati dai glaciologi fino a pochi anni fa al 2070, oggi sono in corso e le proiezioni anticipano il clou al 2030-40. In tutte le 19 regioni nelle quali sono stati raggruppati i ghiacciai della Terra, il bilancio di massa è negativo, cioè cedono più acqua di quanta non ne trattengano e la neve accumulata non riesce a compensare la quantità di ghiaccio sciolto. In appena un secolo e mezzo sono stati erosi, e in parte sciolti, milioni di anni di costruzione di ghiacciai, con un formidabile sprint negli ultimi 70 anni in Alaska (25%), Groenlandia (12%), alle estremità nord e sud del Canada (10%) e nell'Hindu Kush Himalaya (8%), la



macroregione Terzo Polo della Terra, dove è conservata la maggiore riserva di ghiaccio del pianeta dopo le regioni polari, ben 55 mila ghiacciai ridotti a circa 25.000, contenenti circa 51 km<sup>3</sup> di ghiacci e dove l'acqua di disgelo alimenta ormai il Gange, il Brahmaputra e l'Indo. Se con la temperatura aumentata di 1,5 °C nel 2100 la previsione è di un terzo dei ghiacciai sciolti, saranno due terzi a +2°C, e il loro contributo alla risalita del livello degli oceani aumenterà drammaticamente i problemi.

Ai margini delle calotte sugli oceani, le lingue glaciali staccano iceberg al ritmo di scioglimento di 239 km<sup>3</sup> all'anno per l'Antartide. Lo stesso fenomeno è in atto in Groenlandia dove in media negli ultimi 20 anni lo spessore dei ghiacciai si è ridotto di circa 50 cm l'anno, sui ghiacciai dell'Alaska come il Malaspina, grande quasi 4000 km<sup>3</sup>, sul Jostedal brà della Norvegia da 940 km<sup>3</sup> e sul Siacen del Karakorum, più o meno della stessa dimensione. E anche nell'Artico, lo spessore dei ghiacci è passato dai 3 m dei primi anni Novanta ai circa 1,5 di oggi. Dimezzato. Il Polo Nord ne ha perso in 40 anni il 40%, e dalla Norvegia alla Siberia orientale le immense spaccature nel pack regalano immagini mai viste di vaste acque libere e soleggiate, sospinte dal moto ondoso. Con gli iceberg che si staccano, il ghiacciaio islandese Breidamerkurjokull che

perde in media dai 100 ai 300 m di lunghezza all'anno, ha generato il lago Jokulsarlon, ora il più grande d'Islanda.

Da fine Ottocento ad oggi, anche oltre 200 ghiacciai alpini sono scomparsi lasciando il posto a detriti e rocce. Il confronto con le fotografie in bianco e nero del secolo scorso non lascia dubbi sulla fase di riduzione accelerata. Ora c'è il bosco che colonizza i suoli un tempo perennemente gelati, e la pietra nuda affiora dove c'era il ghiacciaio. Il rapido ritirarsi delle fronti glaciali è una perdita di panorami e paesaggi emozionanti oltretutto di importanti riserve di acqua dolce, e il terreno-permafrost degradato causa instabilità sui versanti. Ma tant'è. Sui nostri amati monti innevati, ghiacci sempre più esili luccicano solo sulle vette alpine. Dall'Alta Langa a Passo di Cadibona, sui 1.300 km di catena appenninica resiste il solo ghiacciaio del Calderone nella conca del massiccio abruzzese del Gran Sasso d'Italia, a 2912 m. A vederlo oggi, il ghiacciaio più a Sud d'Europa, che un secolo fa era ancora spesso decine di metri e riempiva tutto il Calderone con tanto di fronte e lingua, al punto che per solcarlo servivano ramponi e sci, ci sbatte in faccia l'arretramento e oggi il massimo spessore di ghiaccio residuo è comunque di 25 m, 9 in meno del 1994, come ha rilevato l'ultima spedizione scientifica di Legambiente "Carovana dei ghiacci", con il supporto del Comitato Glaciologico Italiano.

Ma è solo un segnale tra i tanti del clima cambiato alle alte quote, monitorate dagli scienziati del Comitato Glaciologico Italiano, nato nel 1914, che nel primo censimento effettuato dal 1925 al 1927 catalogò 832 ghiacciai che, come tanti festoni, brillavano al sole tra l'Aiguille Blanche du Peutérey e il Grand Pilier d'Angle, sul versante della Brenva nel cuore del Monte Bianco e in tantissime altre cime ricoperte di candide visioni di bellezza e compattezza, che allora neanche lontanamente facevano immaginare la perdita areale del 50%, il 70% della quale negli ultimi calorosi 30 anni. Tra il 1957 e il 1958, quando i glaciologi misurarono nuovamente i nostri ghiacci con più precise strumentazioni, la loro superficie totale risultò ancora abbondante, di 530 km<sup>2</sup>. Ma nel terzo censimento di fine Novecento identificarono 706 ghiacciai e la misura della superficie totale era scesa a 482 km<sup>2</sup>. Il Nuovo Catasto dei Ghiacciai Italiani elenca oggi 903 corpi glaciali per un totale di 369 km<sup>2</sup> di ghiacci sulle vette delle nostre 5 regioni alpine, più l'unico dell'Abruzzo appenninico. L'aumento del numero si deve però alla loro frammentazione che ha ridotto le dimensioni medie a 0,4 km<sup>2</sup>. Solo in tre superano ancora i 10 km<sup>2</sup>: Forni nel Parco Nazionale dello Stelvio, Miage nel gruppo valdostano del Monte Bianco, il complesso Adamello-Mandrone tra Lombardia e Trentino. Imbiancano ancora le Alpi Occidentali i ghiacci

del gruppo Monte Bianco, con il Miage di 19 km<sup>2</sup>, del gruppo del Monte Rosa con il Macugnaga di 13,5 km<sup>2</sup> e il ghiacciaio Lys di 10,5 km<sup>2</sup>, delle Alpi Orientali con i 18 km<sup>2</sup> dell'Ortles-Cevedale dei Forni e i 10 km<sup>2</sup> del Solda, dell'Adamello dove la Vedretta del Mandrone oggi misura 13,7 km<sup>2</sup> ma nel 2003 erano 17,2, scesi nel 2007 a 15,6 e la fusione costante lo sta portando verso i 10 km<sup>2</sup>, seguendo lo stesso trend di riduzione dei ghiacciai della Presanella, delle Alpi Retiche orientali dove il Malavalle misura 10,3 km<sup>2</sup> e delle Alpi Venete con la Marmolada a 3,4 km<sup>2</sup>.

Le fusioni dei "giganti di ghiaccio" sono monitorate con tele rilevamenti da aereo e satellite, tecniche geodetiche e interferometriche, prospezioni geofisiche, sondaggi radar, perforazioni. Uno dei problemi indotti dalle fusioni e da fronteggiare è proprio il rischio di inondazioni, di crolli di blocchi come nel 1998 dal Coolidge sul Monviso o dalla Marmolada con l'ultima tragedia, e oggi nella zona di Courmayeur, dove pendono porzioni del ghiacciaio di Planpincieux, sono stati predisposti 11 scenari di possibili rischi da prevenire e da gestire, compresi quelli derivanti da versanti che restano improvvisamente senza ghiacci e diventano pareti instabili e franose. Ma la media delle temperature degli ultimi due decenni indica una sempre maggiore incompatibilità con la presenza di ghiacci sotto i 3.500 m.



# Appendice legislativa

Solo dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri può essere gestito un Piano complesso e articolato come quello per l'acqua. Non da un solo ministero né da singole amministrazioni regionali o locali. Solo Palazzo Chigi permette relazioni e autorevolezza tali da:

- › sciogliere “nodi”;
- › far rispettare il ritmo a quanti devono operare e far avanzare sui territori le fasi di una pianificazione o di un progetto o di un cantiere;
- › essere problem solving rispetto a qualsiasi intoppo;
- › garantire un costante coordinamento e un rapido supporto politico, tecnico, giuridico, scientifico, e di protezione civile a Regioni e Comuni, ad aziende e consorzi di bonifica e ad altri soggetti impegnati sui territori.

L'ambito del Piano è poi tale che serve condividere il più possibile il metodo di lavoro basato su un principio di fondo: lo Stato è uno, e non la miriade di uffici “separati in casa”. È vitale mettere in rete tutto quell'insieme di competenze importanti ma spesso chiuse “a compartimenti stagni”, condividere le conoscenze e le soluzioni delle problematiche, motivare e sostenere i territori con verifiche sul campo, incontri faccia a faccia con amministratori, tecnici e dirigenti.

Le perplessità devono diventare man mano collaborazione. La professionalità e il senso dell'impresa comune deve far ripartire una macchina ancora “imballata”, nonostante gli sforzi e le semplificazioni apportate con l'avvio del PNRR. La frammentazione di competenze e di fasi decisionali travolge è ancora in grado di travolgere ogni programmazione, e in tanti settori istituzionali da tempo si naviga a vista. Le estenuanti procedure solo formali e burocratiche sono macigni su ogni “posa della prima pietra” di un cantiere, ed è sconsolante veder scorrere inesorabilmente “tempi morti” non dipendenti da difficoltà reali o mancanza di risorse ma solo da attese di pareri, firme, visti, timbri e bollinature di varie amministrazioni che non si parlano tra loro o parlano linguaggi diversi e non sanno più come accelerare

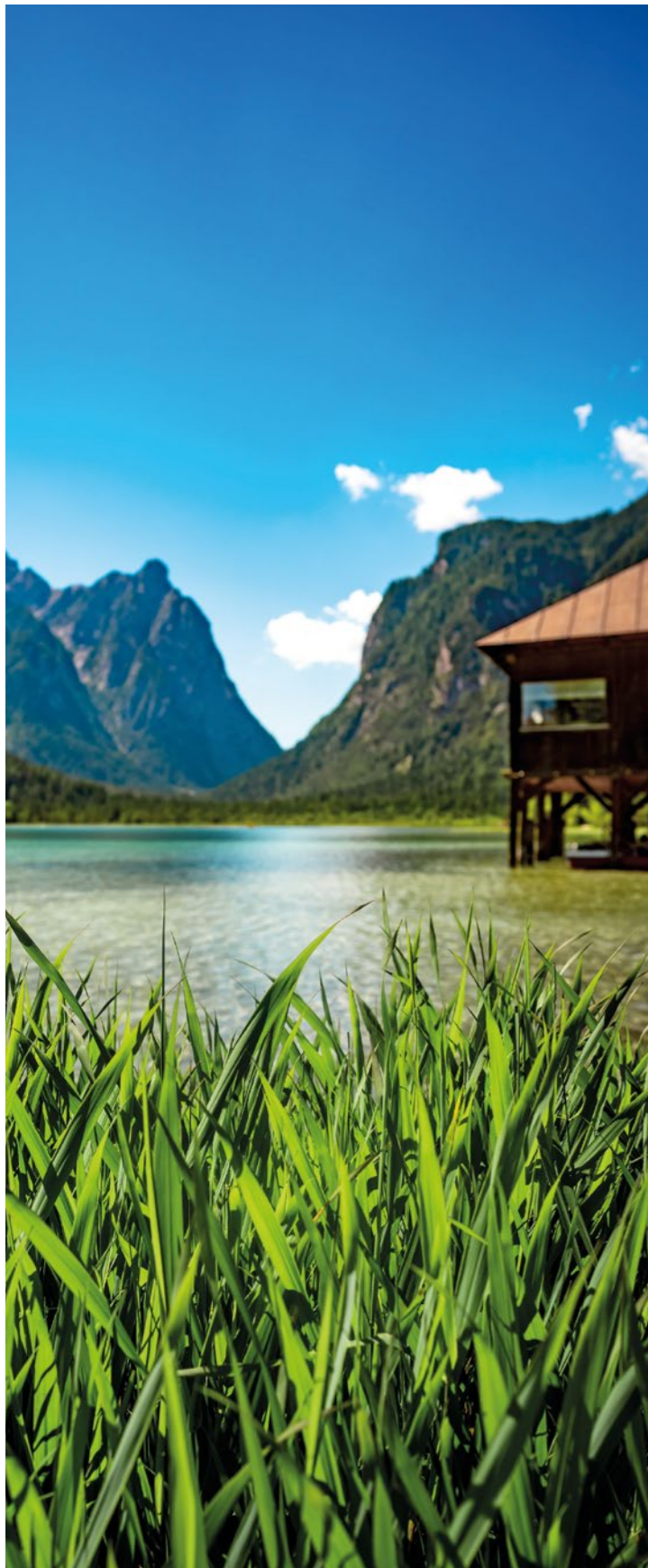
un progetto o un intervento per il depauperamento degli uffici tecnici, in particolare nei Comuni e in molte Regioni.

I cosiddetti “tempi di attraversamento” fra le diverse fasi di attuazione di un progetto idrico raggiungono una durata pari al 54% della durata totale (nella fase di progettazione questa percentuale sale al 69%).

La “dittatura” della lentezza delle procedure è più odiosa quando in gioco ci sono risorse come l'acqua ed emergenze che ci fanno fare in negativo il giro del mondo. Per le opere idriche va sbrogliato un groviglio di competenze sparse da nord a sud, isole comprese. Abbiamo calcolato oltre 10.000 “uffici” con titolarità diffuse tra Regioni, Province metropolitane, Comuni, Autorità di bacino distrettuali, Autorità di ambito, Arera, Utilitalia, Confindustria, Mineracqua, enti scientifici, Provveditorati alle opere pubbliche, Genio civile, Consorzi di bonifica Anbi, aziende idriche, concessionari, soggetti attuatori e altri. Ognuno di essi riporta spesso ad un'altra miriade di circa 20.000 altri “uffici” di assessorati, strutture tecniche, soggetti attuatori, commissari ordinari e straordinari e subcommissari, soggetti e società partecipanti a vario titolo alle conferenze di servizio, consulenti, responsabili di progetti e procedimenti.

E se non basta, bisogna districarsi tra circa 1.500 leggi, leggine, decreti, decreti legge, decreti legislativi, atti, regolamenti, circolari interpretative, codici, nuova giurisprudenza in seguito a una infinità di ricorsi, norme a supporto di accordi, accordi di programma, accordi di programma quadro, conferenze di servizio. Tanto tempo prezioso si perde anche per cavillare su articoli di leggi e commi che spesso si sovrappongono e si accavallano e che, alla fine, «bisogna sempre saper interpretare».

Anche preparati dirigenti e funzionari pubblici riflettono a lungo prima di mettere la loro firma sotto un qualunque atto amministrativo per far partire o proseguire anche opere urgenti. Motivo? Essendo lasciati soli e non avendo né adeguati supporti tecnici né giuridici, restano con il terrore di finire sotto inchiesta per errori solo procedurali. La necessità di autotutelarsi, in molti casi non permette di attivare gli interventi più urgenti.



Vincono le preoccupazioni di possibili imputazioni di illeciti amministrativi, abusi d'ufficio, danni erariali e così via. Un caso esemplare è quello dello “svuotamento” dei serbatoi di dighe e invasi ormai interrati per un buon terzo. Lo Stato centrale non ci mette lealmente e fino in fondo la faccia, la magistratura fa il suo mestiere, i comitati di cittadini fanno pressing contro ogni tentativo, e alla fine vince l'immobilismo che lascia in balia di carenze idriche e emergenze tante aree urbane. Così molti problemi si sono cronicizzati. La prima mission impossibile è dunque quella di riuscire ad avere:

- › il quadro chiaro del fabbisogno, un master plan con la programmazione delle opere e dei finanziamenti, con strumenti e azioni per l'attuazione e la fotografia, la più affidabile, di cosa fare e dove e di quanto serve;
- › attivare un supporto tecnico altamente qualificato con strutture dello Stato come Invitalia e Sogesid;
- › predisporre un team tecnico-giuridico per far fronte a rischi di fermo-cantieri per l'incapacità di procedere nell'avanzamento dei lavori per fallimenti o per sopraggiunti problemi finanziari, possibili contenziosi giudiziari, liti per problematiche non gestite o malgestite, ritardi nelle autorizzazioni o nei pagamenti, definire stazioni appaltanti e direzione dei lavori, gestire anche i piccoli conflitti locali;
- › supportare le fasi di progettazioni anche con il contributo di società di ingegneria esterne alla PA considerata la durata media di una progettazione pari a circa 6 anni, a 9 anni se l'opera è superiore ai 4 milioni di euro;
- › predisporre tutte le semplificazioni in legge relative alla gestione del PNRR prevedendo o le stesse procedure circa le durate di conferenze di servizi, gli espropri, eventuali sospensive dei Tar a seguito di gare, ritardi delle autorizzazioni di alcune soprintendenze, eccessiva complessità di procedure di Via;
- › verificare la reale quantità di risorse pubbliche messe a disposizione con fondi nazionali di sviluppo e coesione, fondi da ministeri e regioni a partire dall'anno 2000, e seguire l'iter dei fondi PNRR;
- › recuperare le risorse mai prese e mai spese ma disponibili e inutilizzate per mille motivi facendole confluire in un “Fondo Revoche”;
- › check-up delle opere finanziate e da realizzare, dello stato dei progetti in corso o arenati o da aggiornare;
- › predisporre un monitoraggio su piattaforma geo-referenziata, allineando tutti i dati disponibili, condivisi, validati, aggiornati, attendibili per farli convergere in un solo database di monitoraggio aggiornato in real time, con dati e azioni di auditing e

reporting della spesa pubblica, popolato da tutte le informazioni, compresi gli aspetti economici e finanziari della spesa effettiva e quindi del reale stato di avanzamento di progetti e cantieri di ogni singola opera, dall'assegnazione dei fondi al collaudo;

- › con il Ministero dell'Economia individuare l'apertura di un “Fondo di progettazione rotativo” da almeno 100 milioni, da istituire con legge, suddiviso tra tutte le Regioni, come revolving fund che risolve emparse rimanendo sempre disponibile per finanziare continue progettazioni, poiché reintegrato dal rimborso delle quote utilizzate;
- › organizzare la “filiera corta” delle responsabilità nominando tutti i Presidenti delle Regioni “Commissari di Governo per le opere del Piano Nazionale delle Acque”. Con «dichiarazione di pubblica utilità», come per i poteri delegati per le opere di contrasto al dissesto idrogeologico, devono poter sostituire trafile di «visti, pareri, autorizzazioni, nulla osta e ogni altro provvedimento abilitativo» e i loro atti diventano anche «variante agli strumenti di pianificazione urbanistica e territoriale»;
- › adottare le stesse procedure previste dalla normativa per le opere di contrasto al dissesto, per i pareri del Ministero della Cultura e delle soprintendenze, se necessari, rilasciati in 30 giorni;
- › adottare le stesse norme dell'Articolo 7 dello “Sblocca Italia”, approvato dal Consiglio dei ministri il 12 settembre del 2014 e riprese dal PNRR, che qualificano gli interventi come «urgenti e non differibili», sottoposti pertanto a una procedura molto meno accomodante in tema di sospensiva in caso di



ricorso al Tar da parte di un'impresa. Il Tar, in sostanza, può accogliere richieste di sospensiva solo se i motivi addotti «siano ritenuti prevalenti rispetto alle esigenze di incolumità pubblica». Davanti al giudice si pongono due tipologie di interessi da tutelare, solo teoricamente contrastanti: il diritto privato e il bene pubblico. E la necessità di far “pesare” giuridicamente anche l'analisi costi-benefici, rendendo chiaro l'effetto della sospensiva in situazioni di possibili alti rischi di assenza o carenza di acqua come il costo più rilevante da comparare con il costo della mancata tutela del diritto immediato dell'impresa ricorrente. Questo permette, dopo l'aggiudicazione di gara, di considerare anche i cantieri Piano Acqua come nonstop fino al collaudo. Senza più sospensive, le vicende giudiziarie seguono il loro corso, le ditte trovano compensazioni eventuali e non si sospende la ricerca di giustizia, ma al primo posto c'è la sicurezza idrica delle comunità.

Questa semplificazione è stata adottata, con la Legge 29 luglio 2021 n. 108 “Governance del Piano nazionale di ripresa e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure”, per l'attuazione del PNRR, con norme per la semplificazione delle procedure e per il rafforzamento delle strutture amministrative coinvolte nella gestione del Piano. La legge all'articolo 36 ter, ad esempio, prevede in tema di contrasto al dissesto idrogeologico, una serie di misure per la semplificazione delle governance e per la realizzazione delle opere che riguardano:



- › la conferma della competenza nella realizzazione delle opere da parte dei Presidenti di Regione come Commissari di Governo. La validità di questa competenza è su tutte le opere, a qualunque titolo e su qualunque fondo finanziario vengano previste;
- › la definizione di una “periferia” competente, efficiente e unitaria nella logica di Piano che risulta chiarita e rafforzata
- › la possibilità del potere sostitutivo di Palazzo Chigi della figura del Commissario Presidente in caso di “impedimento o dimissioni” o laddove “il ritardo sia grave e non imputabile a cause indipendenti dalla responsabilità del Commissario”;
- › la definizione di tutti gli interventi (a qualunque titolo finanziati, nonché quelli finanziabili tra le linee di azione nell’ambito del PNRR) di “preminente interesse nazionale” considerando un trattamento particolare sia nei rapporti fra competenze statali e regionali sia nei rapporti tra pubbliche amministrazioni e giustizia amministrativa. È una formula che dà “forza realizzativa” maggiore a questa tipologia di interventi;
- › il tema degli espropri trattato con una logica semplificatoria e tendente ad evitare sia la lunghezza dei tempi sia le

pratiche dilatorie da parte dei proprietari sottoposti ad esproprio;

- › il rafforzamento del ruolo dell’Ispra nella gestione della piattaforma RenDis per le attività di archiviazione e di selezione dei progetti mentre si rimanda correttamente alla Banca Dati BDAP Mop per il monitoraggio funzionale e finanziario delle opere.

La semplificazione dei procedimenti di VIA sia di livello statale che regionale messa in Legge ha una grande rilevanza nella gestione dei procedimenti amministrativi per la progettazione e la realizzazione delle opere, con questi aspetti di maggior rilevanza. Per la VIA nazionale:

- › si dimezzano i tempi per il rilascio delle valutazioni di impatto ambientale dagli attuali 360 giorni della procedura ordinaria ai 175 giorni della procedura veloce (al netto dei tempi a favore del proponente);
- › la nomina di una Commissione ad hoc («Commissione tecnica PNRR - PNIEC») dedicata a tempo pieno ed esclusivo

allo svolgimento dell’attività istruttoria necessaria al rilascio della VIA sui progetti PNRR e PNIEC (art.17);

- › lo svolgimento in parallelo dell’attività istruttoria della Commissione con quella consultiva gestita dalla Direzione Generale del Ministero competente, e l’affidamento del potere decisionale al direttore della Direzione Generale che lo esercita di concerto con il direttore della DG del Ministero della Cultura, che assorbe anche l’autorizzazione paesaggistica (quando viene presentata la relazione paesaggistica) con un notevole risparmio di tempo e risorse;
- › l’introduzione del rimborso al proponente del 50% dei diritti di istruttoria qualora non siano rispettati i termini per la conclusione del procedimento di VIA relativo ai progetti PNRR/PNIEC.

Per la VIA regionale:

- › viene introdotta una fase preliminare al provvedimento autorizzatorio unico regionale (PAUR): una Conferenza dei servizi preliminare con tempi che possono essere ridotti fino alla metà e che consente al proponente di conoscere preventivamente le

condizioni per l’approvazione del progetto. In questo modo può essere migliorata la qualità dei progetti e ridotti i tempi di rilascio del provvedimento autorizzatorio unico ambientale (che comprende oltre alla VIA tutti gli atti di assenso necessari alla realizzazione dell’opera).

Questo complesso di norme e di semplificazioni, se adottate in un contesto unitario e non in maniera episodica e frammentaria e a fronte di un potere centrale forte di coordinamento, possono creare un ambiente favorevole alla realizzazione tempestiva delle opere. Ma la vera “rivoluzione”, come suggerito da REF ricerche, sarebbe un forte cambio di paradigma al modello di gestione. Si tratterebbe di vedere l’iter procedurale non come un fine a “sé stesso”, una sorte di “totem” da tutelare in astratto, ma piuttosto come un mezzo per raggiungere l’obiettivo nazionale di realizzazione di opere di qualità, senza sprechi e ruberie e nei tempi previsti. Quindi un sistema fondato “risultati da raggiungere” e non su norme esclusivamente procedurali (il come fare).



# Dati da

AGENZIA ITALIA METEO  
AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA E LO SVILUPPO SOSTENIBILE  
AGENZIA PER LA COESIONE TERRITORIALE-BANCA DATI CONTI PUBBLICI TERRITORIALI  
AQUASTAT-FAO - ONU PER L'AGRICOLTURA E L'ALIMENTAZIONE  
ASSOCIAZIONE NAZIONALE BONIFICHE E IRRIGAZIONI  
ASSOCIAZIONE NAZIONALE COMUNI ITALIANI  
AUTORITÀ DI REGOLAZIONE ENERGIA, RETI, AMBIENTE  
AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALI  
CENTRO EUROMEDITERRANEO SUI CAMBIAMENTI CLIMATICI  
CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE  
CONSIGLIO PER LA RICERCA IN AGRICOLTURA E L'ANALISI DELL'ECONOMIA AGRARIA  
COMMISSIONE EUROPEA  
COMMUNITY VALORE PER L'ACQUA - THE EUROPEAN HOUSE AMBROSETTI  
COPERNICUS  
DIPARTIMENTO NAZIONALE DI PROTEZIONE CIVILE  
ENTI DI GOVERNO DI AMBITO  
EUROSTAT  
FONDAZIONE UTILITATIS  
INTERNATIONAL DESALINATION ASSOCIATION  
ISTITUTO SUPERIORE PER LA PROTEZIONE E LA RICERCA AMBIENTALE -  
SISTEMA NAZIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE  
ISTITUTO NAZIONALE DI STATISTICA  
LEGAMBIENTE  
MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI  
MINISTERO DELL'AGRICOLTURA E DELLA SOVRANITÀ ALIMENTARE  
MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA  
MINISTERO DELLE IMPRESE E DEL MADE IN ITALY  
MINISTERO DELL'ECONOMIA E DELLE FINANZE  
REGIONI  
UNESCO WORLD WATER ASSESSMENT PROGRAMME  
UNIVERSITÀ E CENTRI DI RICERCA  
UTILITALIA E AZIENDE IDRICHE





**PROGER**

Proger S.p.A.  
Via Valadier, 42 - 00193 Roma  
[www.proger.it](http://www.proger.it)

Finito di stampare nel Marzo 2023

Proger è una realtà globale che raccoglie il meglio dell'expertise italiano nell'ambito del management, dell'ingegneria e della sicurezza. Un partner unico per committenti pubblici e privati capace di garantire la sostenibilità, lo sviluppo e l'esecuzione di progetti multidisciplinari su larga scala.

L'azienda vanta oltre 60 anni di esperienza ed è oggi ai vertici delle classifiche italiane, oltre ad essere da anni stabilmente nel ranking mondiale delle prime società internazionali di ingegneria.

In Italia è responsabile delle verifiche di sicurezza di oltre 7.000 opere della rete autostradale ed è impegnata nella progettazione di molte delle più grandi opere infrastrutturali del paese. A livello nazionale ed internazionale è protagonista di importanti progetti di sviluppo urbanistico, sociale e sanitario e gioca un ruolo di primo piano nella transizione energetica, con la realizzazione di centrali da fonti rinnovabili, impianti ad idrogeno e sistemi di stoccaggio di energia elettrica e termica.

Proger è presente in Europa, Asia Centrale, Africa e Medio Oriente con centinaia di professionisti che operano con sensibilità nei confronti del territorio e del tessuto sociale, per affrontare nuove sfide sempre più globali nel massimo rispetto del contesto locale.

