

IDROLOGIA OPERATIVA

Introduzione

L'idrologia operativa permette di conoscere la dinamica del ciclo delle acque compresi gli eventi estremi (inondazioni e siccità) e la distribuzione, disponibilità e fruibilità delle risorse idriche nello spazio e nel tempo. La rilevanza dell'argomento rende necessario descrivere la storia delle attività istituzionali nel campo dell'idrologia operativa e le vicissitudini che esse hanno subito negli anni. Pertanto, il capitolo si differenzia nella struttura e nei contenuti da quelli tipici di "Tematiche in primo piano".

In particolare, si vogliono qui descrivere le iniziative poste in essere in campo nazionale perché una tradizione così rilevante per il nostro Paese sia salvaguardata e valorizzata, adeguandone gli aspetti tecnico-scientifici alle innovazioni tecnologiche e alle questioni ambientali.

Va, inoltre, sottolineato che le attività suddette si inquadrano nel più ampio contesto delle politiche europee sul tema della gestione della risorsa idrica, del ciclo idrologico e dei suoi estremi, nonché nel contesto internazionale del *World Meteorological Organization* (WMO), che definisce e detta gli standard sul tema dell'idrologia operativa.

Secondo il WMO¹, per idrologia operativa si intende:

- 1) la misura degli elementi idrologici di base da una rete di stazioni di rilevamento meteorologico e idrologico, trasmissione, elaborazione, immagazzinamento, recupero e pubblicazione dei dati idrologici di base;
- 2) la previsione idrologica;
- 3) lo sviluppo e miglioramento di metodi, procedure e tecnologie per la:
 - a. progettazione di reti di rilevamento;
 - b. definizione delle specifiche degli strumenti di misura;
 - c. standardizzazione degli strumenti e dei metodi di osservazione;
 - d. trasmissione e elaborazione dei dati;
 - e. fornitura di dati meteorologici e idrologici per la progettazione;
 - f. previsione idrologica.

Il WMO fornisce precise indicazioni e raccomandazioni alle autorità nazionali, tra cui quella di potenziare il funzionamento dei Servizi Idrologici Nazionali, che devono adeguare e innovare le loro attività per poter contribuire efficientemente a fronteggiare problematiche come il dissesto idrogeologico, la carenza idrica e gli impatti del cambiamento climatico.

L'idrologia operativa fornisce gli strumenti conoscitivi per la valutazione e la gestione della risorsa idrica.

Il WMO identifica le attività caratterizzanti l'idrologia operativa e che quindi costituiscono i compiti fondamentali dei Servizi Idrologici Nazionali.

È necessario un continuo adeguamento dei Servizi idrologici Nazionali.

¹ WMO, 2006: *Guidelines on the Role, Operation and Management of National Hydrological Services* – Operational Hydrology Report No. 49; WMO - No. 1003, 2006

Origini dell'idrologia operativa in Italia

Il primo Servizio Idrografico che svolgeva attività a scala nazionale fu istituito in Italia nel 1917 quando con due Decreti Luogotenenziali, uno di giugno e l'altro di ottobre, venne costituito il Servizio Idrografico italiano per l'Italia peninsulare e per le grandi isole di Sicilia e Sardegna finalizzato alla raccolta delle osservazioni idrografiche e meteoidrologiche.

Il Servizio Idrografico Centrale, secondo la nomenclatura adottata dal R.D. n. 1285 del 14/08/1920, si articolava in un Ufficio tecnico idrografico con incarico di coordinare e promuovere studi e osservazioni idrografiche e meteoidrologiche (effettuati dagli uffici o sezioni) e in sezioni autonome o uffici a ciascuna/o dei quali era associato un dominio territoriale "idrologicamente" significativo comprendente interi bacini idrografici.

Tra le attività istituzionali del Servizio Idrografico, rientrava la pubblicazione sistematica degli elementi osservati ed elaborati e di cartografie tematiche.

Già nel 1918 venivano pubblicati periodicamente nei *Bollettini Idrografici* i dati relativi alle osservazioni pluviometriche e idrometriche. In tali bollettini le osservazioni erano riportate in tabelle mensili in cui le stazioni di misura, ordinate secondo la rispettiva posizione idrografica, erano raggruppate per bacini principali, ossia quelli con foce a mare. La struttura e i contenuti di tali pubblicazioni subirono varie modifiche e integrazioni negli anni. Una prima sistematizzazione avvenne nel 1925, anno a partire dal quale i *Bollettini Idrografici* presero il nome di *Annali Idrologici* suddivisi in due fascicoli, Parte I e Parte II, grazie alla definizione, da parte della Presidenza della 3° Sezione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, di criteri direttivi per l'uniformazione delle pubblicazioni degli Uffici Idrografici e delle Sezioni dipendenti. A partire dal 1951 si definì una versione "consolidata" degli Annali contenente misure ed elaborazioni riguardanti la termometria, la pluviometria, l'idrometria, gli afflussi meteorici e le **portate**, finalizzati alla determinazione del **bilancio idrologico**, la freaticimetria, il trasporto solido in sospensione e la mareografia. La struttura degli Annali prevedeva inoltre sezioni di approfondimento dedicate a eventi di carattere eccezionale (magre e piene) occorsi durante l'anno (Figura 4.1).

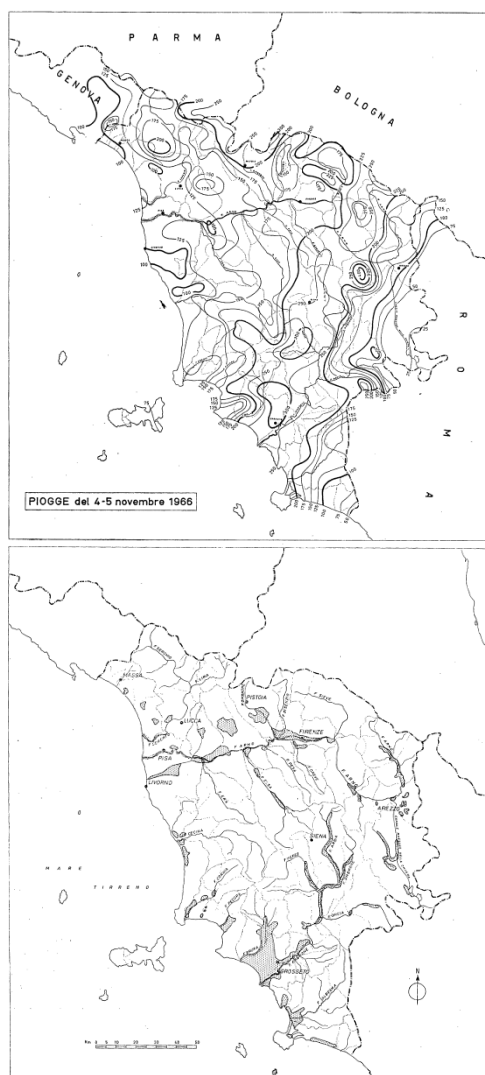
Con la Legge 183/1989, fu stabilito che il Servizio Idrografico e il Servizio Mareografico (quest'ultimo istituito con Legge n. 1460 del 18/10/1942), unificati nel Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN), confluirono insieme con altri servizi tecnici (Servizio Sismico, Servizio Dighe e Servizio Geologico), già esistenti presso i Ministeri dei Lavori Pubblici e dell'Ambiente, nel Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali (DSTN) della Presidenza del Consiglio dei Ministri, allo scopo di perseguire l'obiettivo della conoscenza del territorio e dell'ambiente, nonché delle loro trasformazioni.

In Italia il primo Servizio Idrografico a scala nazionale risale al 1917.

Si trattava di un Servizio distribuito sul territorio sulla base di unità idrologicamente significative (bacini idrografici) coordinate da una struttura centrale.

I compiti del Servizio Idrografico si sono evoluti e integrati nel tempo. Tra questi c'era la redazione di Bollettini Idrografici poi divenuti Annali Idrologici.

Ai Servizi Tecnici Nazionali, oltre al compito di svolgere la suddetta attività conoscitiva e fornire pareri e consulenze, venne assegnato quello di organizzare, gestire e coordinare il sistema informativo unico e la rete nazionale integrata di rilevamento e sorveglianza, definendo con le Amministrazioni statali, le regioni e gli altri soggetti pubblici e privati interessati, le integrazioni e i coordinamenti necessari.



La Carta delle piogge (isoiete) e quella degli allagamenti dovuti all'evento del 4-5 novembre 1966 lungo i vari corsi d'acqua del Compartimento di Pisa, furono pubblicate nei relativi Annali Idrologici – Parte II sotto la Sezione G: “Indagini, studi ed eventi di carattere eccezionale”.

Figura 4.1: Carte delle piogge e degli allagamenti relative all'evento alluvionale del 4-5 novembre 1966 per il Compartimento di Pisa²

Con il DPR 24/01/1991, n. 85 si procedette a una riorganizzazione e potenziamento dei Servizi Tecnici Nazionali, definendo, all'art. 22, i compiti del SIMN. Tale Servizio, fatte salve le competenze delle regioni e delle province autonome di Trento e Bolzano, doveva provvedere al rilevamento, validazione, archiviazione e pubblicazione delle grandezze climatiche, idrologiche e idrografiche interessanti il reticolo idrografico superficiale e

² Fonte: Ministero dei lavori pubblici – Ufficio speciale del Genio Civile per il Servizio Idrografico con sede in Pisa – Annali Idrologici anno 1966 – PARTE II, Sezione G – Indagini, studi ed eventi di carattere eccezionale: “Evento alluvionale del Novembre 1966”

sotterraneo, le lagune, il clima marittimo, i livelli marini e i litorali, allo scopo di descrivere i fenomeni climatici, idrologici e marittimi in rapporto alle necessità della difesa del suolo e alle proposte di utilizzazione delle risorse idriche. Lo stesso DPR (art. 23) confermava la struttura del SIMN in termini di una direzione centrale (con sede in Roma), dieci uffici compartimentali (Figura 4.2), sette sezioni staccate e l'officina di Strà.



Oltre all'Ufficio Idrografico e Mareografico Centrale, con sede in Roma e agli uffici compartimentali, l'articolazione del SIMN prevedeva sette sezioni distaccate degli uffici idrografici periferici: Udine; Padova; Milano, Torino e Sondrio (Parma); Firenze (Pisa); Potenza (Catanzaro) e l'officina di Strà.

Figura 4.2: Mappa dei territori afferenti agli Uffici compartimentali³

Il trasferimento delle competenze alle regioni e province autonome

Un primo decentramento del Servizio Idrografico su base "amministrativa" si ebbe nel 1974 quando, con il DPR 22/03/1974, n. 381 (art. 31), fu decretato il trasferimento delle competenze e risorse, relativamente al territorio delle province di Trento e Bolzano, degli uffici idrografici di Parma e Venezia. Successivamente, il D.Lgs. 31 marzo 1998, n. 112, che dava attuazione a quanto stabilito al capo I della Legge 15 marzo 1997, n. 59 (Legge Bassanini) in merito al conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni e agli enti locali, decretò, all'art. 92, che gli uffici periferici del Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali fossero trasferiti alle regioni e incorporati nelle strutture operative regionali competenti in materia, passando, di fatto, da una gestione basata su unità territoriali idrologicamente basate (bacini idrografici) a una gestione frammentata tra diverse entità amministrative.

Il trasferimento alle regioni degli uffici periferici del SIMN del DSTN fu disciplinato dal DPCM 24 luglio 2002. Con tale decreto (art. 7) si stabilì che per garantire l'unitarietà a scala di **bacino idrografico** e la gestione coordinata delle funzioni di carattere compartimentale, dovessero essere stipulati accordi tra le regioni territorialmente interessate, in modo da garantire il funzionamento

Il trasferimento delle competenze del Servizio Idrografico a province e regioni ha inizio nel 1974 per poi proseguire nel 1998 ed essere definitivamente disciplinato nel 2002.

³ Fonte: ISPRA

delle reti di rilevamento sulla base degli standard fissati dal SIMN, d'intesa con le regioni, e la continuità del rilevamento delle stazioni storiche del SIMN e l'analisi, **validazione** e pubblicazione dei dati idrologici a scala di bacino idrografico. All'art. 9 si stabilì, inoltre, che per l'esercizio dei compiti di rilievo nazionale, le regioni dovessero assicurare la trasmissione al SIMN e al Dipartimento della Protezione Civile dei dati rilevati sia dalle stazioni di rilevamento locale sia in telemisura e stipulare accordi tra le regioni e il SIMN, aventi per oggetto: a) la standardizzazione dei criteri, metodi e standard di raccolta, elaborazione e consultazione dei dati riguardanti l'attività conoscitiva e di gestione e manutenzione delle reti di monitoraggio; b) la costituzione e gestione di una rete nazionale integrata di rilevamento e sorveglianza dei parametri meteo-idrologici costituita da un sottoinsieme significativo delle stazioni delle reti di rilevamento trasferite.

Il ruolo di ISPRA nell'idrologia operativa

Con la soppressione del DSTN e il trasferimento delle relative competenze all'APAT prima e all'ISPRA poi, l'Istituto ha ereditato i compiti del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale. Nell'ambito delle attività tecnico-scientifiche per assicurare la tutela, il risanamento, la fruizione e la gestione delle acque interne e marine e delle coste, l'ISPRA cura la raccolta e gestione dei dati in collaborazione e coordinamento con le altre strutture nazionali e periferiche e gli organismi esteri e internazionali di settore; esercita le funzioni di rilievo nazionale in materia di idrologia, risorse idriche e mareografia.

In virtù di questi compiti, l'ISPRA, nel corso degli anni, ha provveduto: alla formulazione e aggiornamento di alcuni indicatori dello stato della risorsa idrica disponibile e della capacità di risposta dei bacini idrografici (*Siccità idrologica e Portate*) alle forzanti meteorologiche (*Precipitazioni e Temperatura*); alla redazione di manuali e linee guida finalizzati alla definizione di metodi e standard per l'elaborazione dei dati idrologici (ad esempio, Braca et al., 2013⁴); a fornire supporto nelle varie fasi di implementazione delle Direttive europee in tema di acque per gli aspetti qualitativi e quantitativi (Direttiva 2000/60/CE – WFD; Direttiva 118/2006/CE – GWD) e in tema di valutazione e gestione dei rischi di alluvioni (Direttiva 2007/60/CE – FD) e di scarsità idrica e siccità (COM(2007)414), partendo dalla partecipazione ai consessi di negoziazione degli obblighi comunitari e fino all'attuazione degli stessi.

In questo senso si inquadrano, le partecipazioni ai *Working Group* della *Common Implementation Strategy* (CIS) per la WFD, ma anche il supporto tecnico-scientifico fornito agli enti competenti in materia (MATTM, Regioni, Province Autonome e Autorità di Bacino) per superare le criticità applicative derivanti dagli adempimenti alle suddette direttive. Il supporto tecnico si è

L'ISPRA ha ereditato i compiti del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, attualmente svolti dal Dipartimento per la Tutela delle Acque Interne e Marine.

In virtù dei compiti ereditati dal SIMN, l'ISPRA ha realizzato una serie di attività di carattere conoscitivo, di ricerca e supporto tecnico-scientifico sugli aspetti qualitativi della risorsa idrica e del rischio di alluvioni.

⁴ Braca, G., Bussetini, M., Lastoria, B., e Mariani, S. (2013): *Linee guida per l'analisi e l'elaborazione statistica di base delle serie storiche di dati idrologici*. ISPRA, Manuali e Linee Guida 84/2013 - ISBN 978-88-448-0584-5

sostanziato nella redazione di documenti contenenti indicazioni per la standardizzazione delle informazioni e per la compilazione degli appositi *format* con cui tali informazioni sono richieste dalla Commissione Europea (*reporting*) per valutare l'effettivo adempimento degli obblighi previsti dalle direttive, nonché nella verifica di conformità delle informazioni comunicate. Il supporto scientifico è fornito attraverso l'elaborazione di strumenti (IARI – Indice di Alterazione del Regime Idrologico; IQM – Indice di Qualità Morfologica) e approcci metodologici (IDRAIM – Sistema di valutazione IDRomorfologica, AnalsI e Monitoraggio dei corsi d'acqua; SUM – Sistema di rilevamento e classificazione delle Unità Morfologiche dei corsi d'acqua) per l'implementazione delle direttive e l'analisi e gestione dei processi idromorfologici in generale. La pubblicazione di appositi manuali e l'organizzazione di *workshop* tematici e corsi di formazione consente la comunicazione e condivisione di tali strumenti e approcci e di ulteriori approfondimenti conoscitivi.

FOCUS

IL TAVOLO NAZIONALE PER I SERVIZI DI IDROLOGIA OPERATIVA

Attualmente, l'attività relativa all'idrologia operativa è svolta principalmente da strutture regionali e provinciali in base all'art. 92 del D.Lgs. n. 112 del 31 marzo 1998, che ha stabilito il trasferimento a esse di funzioni e compiti degli uffici periferici del SIMN (ora confluito in ISPRA) con le modalità definite dal DPCM del 24 luglio 2002.

Nell'ambito di questo contesto normativo, dei suoi sviluppi nonché di quelli istituzionali e tecnico-scientifici, l'ISPRA ha promosso, all'inizio del 2013, un seminario sullo stato dell'arte delle attività in materia di idrologia operativa svolte da tutti gli Enti nazionali, regionali e provinciali. Contestualmente, ha istituito il Tavolo Nazionale per i Servizi di idrologia operativa, sotto il proprio coordinamento, cui partecipano gli uffici e i centri che nelle ARPA/APPA e nelle regioni/province autonome si occupano di idrologia operativa, nonché gli Enti nazionali presenti nella rappresentanza italiana della Commissione Idrologia del WMO, Aeronautica Militare e Dipartimento di Protezione Civile. Questo Tavolo tecnico permanente ha come obiettivo la progressiva costruzione di un sistema nazionale federato per garantire lo svolgimento delle attività proprie di un servizio idrologico e per raggiungere un livello nazionale omogeneo di qualità e funzionalità, coerente e ottemperante alle risoluzioni del WMO, che nei dettagli e sotto il profilo tecnico indirizza tali attività.

All'interno del Tavolo tecnico sono stati definiti cinque gruppi di lavoro sulle seguenti tematiche:

- 1) *Reti di monitoraggio*, per la definizione di criteri per identificare le reti utilizzabili per le diverse finalità (ad esempio, bilancio idrologico, caratterizzazione delle piogge al suolo e dei regimi di portata) previo accertamento della consistenza delle reti;
- 2) *Validazione dati e serie idrologiche*, per definire una proposta metodologica che, sulla base delle esperienze e dei metodi di validazione già in essere in Italia (a scala regionale) e all'estero, definisca per ogni parametro meteo-idrologico considerato (precipitazioni, temperatura, portate e livelli idrici) i criteri minimi e ottimali di validazione;
- 3) *Diffusione e pubblicazione dei dati idrologici*, per la costruzione di un sistema unico di condivisione dei dati secondo gli standard WMO, che non preveda la replica delle banche dati regionali/provinciali che continueranno, infatti, a risiedere presso gli Enti di competenza;
- 4) *Annali*, per la realizzazione di linee guida per la redazione dei nuovi Annali idrologici in un formato unitario e condiviso tra tutti gli enti italiani preposti alla pubblicazione dei dati idrologici;
- 5) *Misure di portata, scale di deflusso*, per la predisposizione di un documento sullo stato di attuazione del monitoraggio delle portate, comprensivo della parte progettuale.

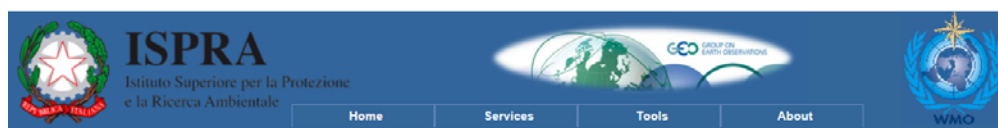
L'istituzione del Tavolo tecnico permanente, oltre a definire lo stato attuale delle attività relative ai Servizi di idrologia operativa in ambito nazionale e a fornire criteri per l'individuazione di reti "fiduciarie" diversificate per uso dei dati, per la validazione dei dati idrologici e per la redazione degli Annali idrologici, ha consentito la creazione di una struttura in grado di gestire e garantire un flusso costante di dati meteo-idrologici a scala nazionale, particolarmente utile per la gestione delle risorse idriche e l'analisi dei fenomeni estremi del ciclo idrologico (inondazioni e siccità).

Nel dettaglio, è stato realizzato da ARPA Emilia-Romagna e ISPRA un sistema di condivisione dei dati idrologici seguendo l'impostazione del *Consortium of Universities for the Advancement of Hydrologic Science* (CUAHSI, USA), in cui si permette l'accesso a varie sorgenti di dati idrologici, preventivamente registrate nella centrale del sistema, consentendo di effettuare ricerche in tutti i luoghi in cui esistono dati.

Questo sistema, chiamato *Hydrological Information System* (HIS) si compone di tre elementi fondamentali: un "Client" che permette l'accesso alle diverse banche dati; un "Hydroserver" che pubblica i dati di ogni gestore; un "Catalogo" in cui sono pubblicati i metadati di tutti i possessori di dati.

Per superare alcuni limiti del CUAHSI HIS e ampliare i servizi originariamente previsti, sono stati effettuati opportuni sviluppi di codice. La dipendenza originale da software commerciale ampiamente utilizzato è stata ridotta offrendo efficaci soluzioni alternative di tipo *open source*. Inoltre, il sistema prevede l'uso di standard internazionali approvati dal WMO per i formati di dati, come ad esempio WaterML1.0, WaterML1.1 e WaterML2.0.

Le caratteristiche di questo sistema, denominato *ISPRA HIS Central*, ne consentono la possibilità di diffusione in Italia e il libero accesso ai dati idrologici quali la portata, il livello idrico, le precipitazioni e la temperatura dell'aria, per un miglior processo di pianificazione, progettazione, programmazione e gestione dell'ambiente. L'ISPRA HIS Central (Figura 1) è attualmente ospitato a Roma presso l'ISPRA, ma possono esistere anche sistemi federati residenti presso ognuno degli uffici e centri nazionali, regionali e provinciali presenti nel Tavolo tecnico.



ISPRA Hydrologic Information System Central Web Service Registry

The Italian hydrologic monitoring is a federated network composed by 19 Administrative Regions and 2 Autonomous Provinces, together with ISPRA, the governmental technical body established by the Italian Ministry of Environment.

The portal provides access to the hydrological observations in Italy, commonly published as Hydrological Yearbooks. In particular, it provides additional operational capability, for in situ water observations, as a national registry of water data services catalogued using the standards and procedures of the Open Geospatial Consortium and the World Meteorological Organization.

The published interfaces of the portal retrieve data from distributed regional water data providers, enabling plots and download.



Figura 1: Pagina web di accesso all'ISPRA HIS Central⁵

Il sistema di condivisione dei dati sopradescritto permette di disporre di dati meteo-idrologici aggiornati per l'intero territorio nazionale, consentendo di effettuare con continuità l'attività strategica di analisi e valutazione a scala nazionale delle risorse idriche. In questo ambito, l'ISPRA sta sviluppando *in house* una procedura automatica in ambiente GIS, denominata Bilancio Idrologico GIS BAsed a scala Nazionale su Griglia regolare (BIG BANG), mediante la quale definire, alla scala dell'intero territorio nazionale e all'intervallo minimo mensile, la disponibilità potenziale della risorsa idrica, nonché effettuare valutazioni della stessa sulla base di scenari di afflussi meteorici e di temperatura media mensile.

⁵ Fonte: ISPRA

La procedura è implementata in ambiente ESRI ArcGIS 10.1, in linguaggio Python, sulla griglia regolare di 1 km x 1 km, circoscritta da quelle 10 km x 10 km e 100 km x 100 km (Figura 2), definite dall’Agenzia Europea dell’Ambiente (EEA), nel Datum ETRS e proiezione LAEA (<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/eea-reference-grids-2>), in cui ogni cella è identificata mediante un codice univoco.

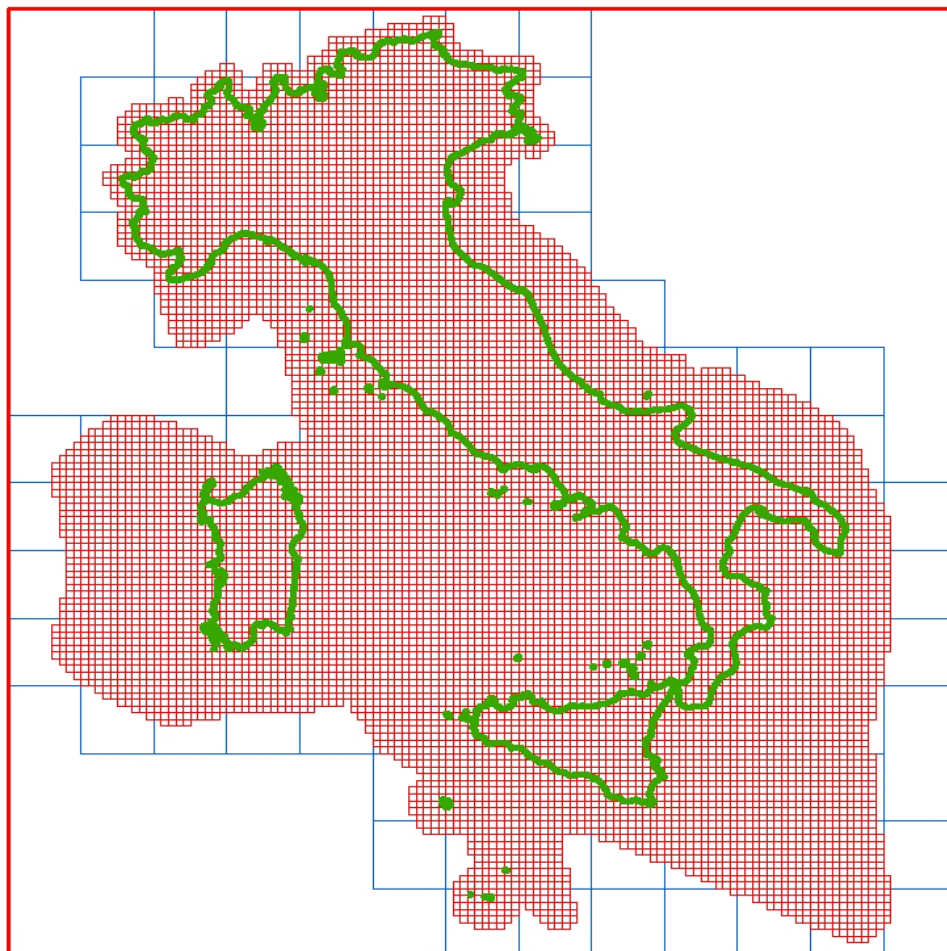


Figura 2: Estensione delle griglie 10 km x 10 km (in rosso) e 100 km x 100 km (in blu) definite dalla EEA che circoscrivono la griglia 1 km x 1 km (non mostrata)⁶

La procedura, in fase di sviluppo, consente anche la valutazione della disponibilità idrica su un determinato ambito territoriale (ad esempio, bacino idrografico) come:

- 1) valore medio annuale su lungo periodo (la cosiddetta *Long Term Annual Average*, che nella definizione di Eurostat deve essere almeno effettuata su 20 anni);
- 2) serie storica dei valori annuali;
- 3) valore medio stagionale su lungo periodo;
- 4) serie storica dei valori stagionali;
- 5) valore medio mensile su lungo periodo;
- 6) serie storica dei valori mensili.

⁶ Fonte: ISPRA

Lo schema su cui si basa la valutazione della disponibilità idrica è quello classico del bilancio idrologico espresso da una relazione, riferita a un assegnato intervallo temporale e a un determinato ambito territoriale, dove al primo membro sono elencati i volumi netti in ingresso e al secondo membro i volumi in uscita:

$$P - E_r = I + R + \Delta V \quad (\text{Eq. 4.1})$$

e dove:

- P è la precipitazione totale;
- E_r è l'evapotraspirazione reale, dove l'aggettivo reale è utilizzato per differenziarla dall'evapotraspirazione potenziale (E_p);
- I è l'infiltrazione nella falda acquifera;
- R è il ruscellamento superficiale o deflusso netto verso l'esterno, che viene in genere suddiviso nell'aliquota che confluisce in mare e in quella che si immette nei territori limitrofi;
- ΔV è la variazione di volume immagazzinato negli invasi superficiali sia naturali che artificiali.

L'Eq. (4.1) può essere espressa sia in termini di volume (m^3), sia in termini di volume per unità di superficie (mm).

Allo stato attuale d'implementazione della procedura:

- 1) la precipitazione P viene stimata mediante tecniche di interpolazione **geostatistica** su ciascun elemento della griglia e per ciascun mese del periodo, considerando i dati di precipitazione mensile registrati dalle stazioni disponibili sul territorio nazionale;
- 2) in maniera del tutto analoga alla precipitazione, vengono stimati, cella per cella, i valori della media mensile della temperatura massima giornaliera, della media della temperatura minima giornaliera e della media della temperatura media giornaliera e della radiazione solare totale che sono utilizzati nelle diverse formule empiriche di Thornthwaite, di Turc e di Hargreaves-Samani per la valutazione dell'evapotraspirazione potenziale E_p ;
- 3) a partire dai valori di P e di E_p viene stimata, cella per cella, l'evapotraspirazione reale E_r mediante gli schemi "Simple bucket", Thornthwaite e Mather, e FAO, per il **bilancio idrico** nello strato di suolo di un metro;
- 4) il primo metro di suolo viene modellizzato come un serbatoio caratterizzato, dal punto di vista idraulico, con il parametro relativo al contenuto d'acqua massimo, che rappresenta il massimo contenuto d'acqua, espresso in mm, potenzialmente contenibile nei primi 100 cm di terreno oltre il quale inizia il ruscellamento superficiale e la percolazione nella falda profonda e il parametro capacità di campo che rappresenta il massimo contenuto d'acqua non drenato per gravità che può contenere il terreno;
- 5) la caratterizzazione idraulica del terreno viene effettuata mediante l'informazione derivante dall'*European Soil DataBase v2.0* a 1 km, elaborato dal *Joint Research Center* della Commissione Europea;
- 6) sulla base delle predette informazioni e tenendo in considerazione la carta dei complessi idrogeologici sviluppata da ISPRA sono stati caratterizzati i terreni per la valutazione della componente dell'infiltrazione I o ricarica delle acque sotterranee attraverso il parametro del coefficiente di infiltrazione potenziale (CIP);
- 7) il ruscellamento R è valutato in maniera indiretta come differenza dei termini dell'Eq. (4.1).

In Figura 3 si riporta un esempio di calcolo del bilancio idrologico per l'ambito territoriale di riferimento rappresentato dal bacino idrografico del fiume Arno.

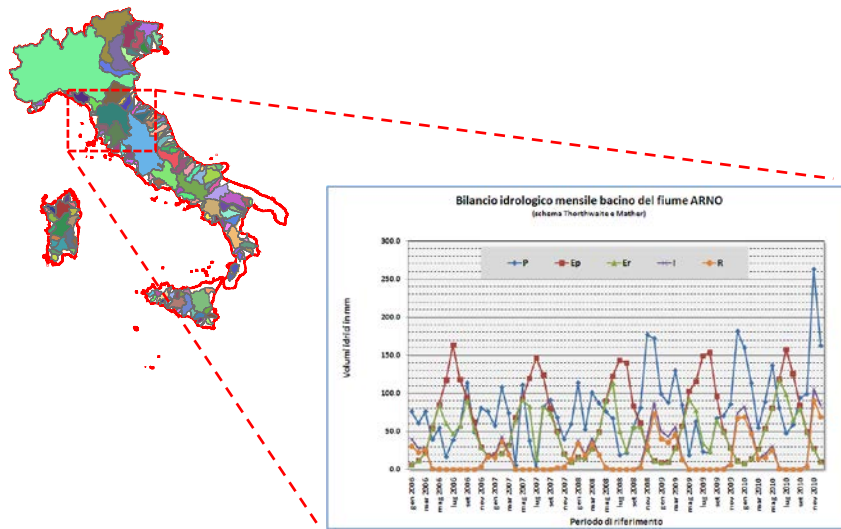


Figura 3: Esempio di bilancio idrologico mensile per il bacino idrografico del fiume Arno⁷

⁷ Fonte: ISPRA

GLOSSARIO

Bacino idrografico:

Porzione di territorio che per la sua conformazione topografica convoglia le acque che scorrono superficialmente verso un unico punto alla quota più bassa indicato come “sezione di chiusura del bacino”.

Bilancio idrologico:

Stima degli afflussi, dei deflussi e delle variazioni dei volumi immagazzinati in un bacino o in un corpo idrico relativamente a un determinato intervallo temporale.

Bilancio idrico:

Stima degli afflussi, dei deflussi e delle variazioni dei volumi immagazzinati in un bacino o in un corpo idrico relativamente a un determinato intervallo temporale, tenendo in considerazione anche le pressioni antropiche (prelievi, restituzioni).

Dato idrologico:

Insieme degli elementi che caratterizzano un'osservazione idrologica (misura, unità di misura, incertezza, ecc.).

Geostatistica:

Insieme di tecniche e metodologie statistiche per analizzare e interpolare dati aventi un riferimento spaziale.

Portata idrica:

Il volume d'acqua ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$) che attraversa una data sezione di un corso d'acqua nell'unità di tempo.

Validazione del dato idrologico:

Procedura, automatica o manuale, finalizzata al controllo che il dato idrologico sia conforme a un assegnato livello di qualità, intendendo per qualità del dato l'insieme delle caratteristiche che lo rendono adeguato a un determinato uso.