




Progetto di Piano di Gestione Acque

Aggiornamento delle caratteristiche del distretto

Art. 5, All. VII, punti A.1 e B.1, della Direttiva 2000/60/CE e
Art. 118, All.3 alla Parte Terza del D.Lgs. 152/06 e *ss.mm.ii*

Allegato 1.2 all'Elaborato 1 Carenza idrica e siccità

Vresione	0
Data	Creazione: 1 novembre 2014 Modifica: 22 dicembre 2014
Tipo	Relazione Tecnica
Formato	Microsoft Word – dimensione: pagine 28
Identificatore	Prog_PdGPo2015_All12_Elab_1_22dic14
Lingua	it-IT
Gestione dei diritti	 CC-by-nc-sa

Metadata estratto da Dublin Core Standard ISO 15836





Indice

1.	Premessa	3
1.1.	Principali riferimenti e definizioni attinenti carenza idrica e siccità	4
1.2.	Linee di azione prioritarie nel distretto del Po	7
2.	Deroghe al raggiungimento degli obiettivi della DQA art. 4.6	9
3.	Analisi storica e statistica delle magre del fiume Po.	12
3.1.	Idrologia degli ultimi dieci anni	17
3.2.	Le magre del Po	18
3.2.1.	Analisi dell'evoluzione del regime di magra con metodo IHA	20
3.2.2.	Siccità: indici e analisi bivariata di frequenza	23
3.3.	Indicatori di riferimento per il monitoraggio delle siccità	24
3.4.	Contenuti dei Drought Management Plans	25



1. Premessa

Nell'ambito delle politiche europee, la trattazione del tema della carenza idrica e della siccità ha avuto genesi autonoma dalla DQA, ed è proseguita fino al 2012, anno di pubblicazione del *Blueprint to safeguard Europe's Waters*. La politica europea su carenza idrica e siccità è stata lanciata ufficialmente nel 2007 con la comunicazione della CE al parlamento europeo ed ai ministri intitolata "Affrontare il problema della carenza idrica e della siccità nell'Unione Europea"¹. Nel documento vengono presentate le opzioni strategiche a livello europeo, nazionale e regionale per ridurre i problemi derivanti da carenza idrica e siccità, da condurre in stretta sinergia con quelle per l'adattamento ai cambiamenti climatici.

Gli strumenti per la gestione del rischio siccità, che passano dalla condivisione delle conoscenze e l'istituzione di osservatori all'implementazione di sistemi di allerta precoce, allo sviluppo di "Piani di gestione delle siccità" (*Drought Management Plans*) hanno avuto da subito un ruolo primario nell'ambito dell'azione strategica europea su carenza idrica e siccità, confermato in seguito nel Piano per la Salvaguardia delle Risorse Idriche Europee² (*Blueprint***Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**): in particolare il riesame della politica europea in materia di carenza idrica e siccità ha riguardato i temi dell'efficienza idrica, della pianificazione (domanda, uso del suolo, integrazione delle politiche, ecc.), e della creazione di adeguati strumenti di attuazione (finanziamento dell'efficienza idrica, tariffazione, ecc.). Nel *Blueprint* sono inoltre indicate come misure prioritarie: il miglioramento dell'efficienza idrica degli edifici, e delle reti di distribuzione in agricoltura, anche con la finalità di arrestare i fenomeni di desertificazione, ed il miglioramento della pianificazione, sia dal punto di vista della mitigazione e gestione del rischio, che sul "lato della domanda".

Nell'ambito della pianificazione distrettuale, il tema della Carenza Idrica e Siccità è affrontato nell'ambito del Piano del Bilancio idrico del distretto del Fiume Po, cui si rimanda per l'approfondimento dell'informazione relativa alla caratterizzazione climatica delle siccità nel bacino del Po, per l'analisi degli indicatori di carenza idrica e per le azioni previste per la mitigazione degli impatti di entrambi i fenomeni.

Carenza idrica (*Water Scarcity*)

Il termine carenza idrica fa riferimento ad uno **squilibrio di lungo termine** che nasce dalla combinazione di **bassa disponibilità idrica** e di **un livello di domanda** che eccede la capacità del sistema naturale. Al di là della quantità, **una situazione di carenza idrica può originarsi laddove l'inquinamento intenso da sorgenti diffuse o puntuali possa ridurre la disponibilità di acqua di buona qualità.**

Siccità

Il termine siccità fa riferimento ad una diminuzione temporanea della disponibilità idrica naturale media, dovuto, ad esempio, ad una riduzione della piovosità.

Box 1 - Definizioni di carenza idrica a siccità³⁴

¹ COM(2012) 672 final

² COM(2012) 673 final.

³ "It refers to long-term water imbalances, combining low water availability with a level of water demand exceeding the supply capacity of the natural system"[...] "Beyond water quantity, a situation of water scarcity can also emerge from acute water quality issues (e.g. diffuse or point source pollutions) which lead to reduced fresh/clean water availability." - <http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/about.htm>

⁴ "Droughts can be considered as a temporary decrease of the average water availability due to e.g. rainfall deficiency." - <http://ec.europa.eu/environment/water/quantity/about.htm>



1.1. Principali riferimenti e definizioni attinenti carenza idrica e siccità

I termini carenza idrica e siccità fanno riferimento a due fenomeni distinti, anche se non in modo netto, in base alla loro origine. La capacità di definire e distinguere correttamente gli stati di siccità e di carenza idrica, è necessaria per individuare e programmare misure efficaci per la riduzione degli impatti negativi. Il Box 1 riporta l'ultima definizione data dei fenomeni, come riportata sul sito web della Commissione⁵. Il susseguirsi di eventi siccitosi nell'ultimo decennio ha posto in primo piano le problematiche correlate alla variabilità, attuale e futura della risorsa idrica disponibile per gli usi e per l'ambiente nel distretto idrografico del fiume Po, soprattutto in termini di conseguenze sullo stato dei corpi idrici e sulla qualità ambientale richiesti dalla Direttiva Quadro sulle acque 2000/60 CE. La *“Comunicazione della commissione al parlamento europeo, al consiglio, al comitato economico e sociale europeo e al comitato delle regioni - Relazione sul riesame della politica europea in materia di carenza idrica e di siccità”*⁶ richiama le opzioni strategiche necessarie al fine di difendere il sistema ambientale e socio-economico europeo dagli eventi siccitosi. Nel *“Box 2 - Opzioni strategiche della politica europea su carenza idrica e siccità”* sono richiamate le opzioni strategiche della politica europea su carenza idrica e siccità, le quali riguardano da una parte l'uso sostenibile della risorsa idrica (equilibrio del bilancio idrico), e dall'altra la realizzazione di procedure di *gestione proattiva* degli eventi di siccità.

Alcune di esse fanno riferimento esplicito ai Piani di Gestione dei Bacini idrografici, soprattutto per quanto concerne:

- la necessità di effettuare un **monitoraggio** efficace dei fenomeni, e di definire carenza idrica e siccità su base scientifica con introduzione di adeguati indicatori e soglie;
- la necessità di integrare, nei Piani di Gestione dei Bacini Idrografici, misure volte a garantire la realizzazione degli obiettivi afferenti alla carenza idrica e alla siccità per mezzo del rafforzamento della capacità di adattamento degli ecosistemi;
- la necessità di integrare dati quantitativi relativi alla domanda e alla disponibilità delle risorse idriche, compresa una migliore capacità previsionale della disponibilità e del consumo della risorsa. I dati devono inoltre essere più trasparenti, in modo da evidenziare incertezze, tempi e fonti. Nelle regioni soggette a siccità, le ipotesi dei Piani di Gestione dei Bacini Idrografici devono tener conto delle incertezze e delle variazioni (per es. della disponibilità delle risorse idriche), senza interpretarle come eventi naturali inattesi;
- la necessità di adottare misure di efficienza idrica in tutti i principali settori che fanno uso dell'acqua: l'agricoltura, l'industria, le reti di distribuzione, l'edilizia e la produzione energetica. Il potenziale di risparmio idrico è strettamente legato al contesto ed è meglio fissare gli obiettivi a livello locale con le parti interessate che hanno un'approfondita conoscenza dei diversi settori che utilizzano l'acqua e i componenti del ciclo idrogeologico, poiché esse sono in grado di garantire che gli obiettivi siano coerenti e che le misure di efficienza siano attuate con i minori costi;
- la necessità di affrontare la carenza idrica e la siccità ai fini dell'attuazione dell'articolo 9 della direttiva sulle acque. È necessario ampliare l'ambito d'applicazione degli attuali strumenti economici per garantire che offrano gli incentivi per un'estrazione e un uso sostenibile dell'acqua.
- la necessità di integrazione dei Piani di Gestione dei Bacini con le politiche di pianificazione dell'uso del suolo, al fine che esse siano coerenti con la disponibilità delle risorse idriche costituisce la base per la sostenibilità di lungo termine.

Gli impatti della carenza e della siccità idrica, diversi in funzione della frequenza e dell'intensità degli eventi, possono tradursi in:

⁵ E' necessario precisare che dal momento che l'attività dei gruppi di esperti a supporto della Commissione Europea sul tema carenza idrica e siccità non è conclusa, le definizioni riportate potrebbero subire modifiche future.

⁶ COM(2012) 672 final – 14.11.2012 - <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52012DC0672>



- degrado della qualità delle acque superficiali e delle acque sotterranee, degrado delle aree umide e, in generale in una forte perturbazione del regime idrologico naturale dei corpi idrici;
- deficit nella fornitura di acqua potabile e a carico del settore agricolo (impatto rilevante in diversi ambiti del distretto che non dispongono di capacità di regolazione e in particolare nelle aree appenniniche del bacino del Po);
- sovra sfruttamento temporaneo o permanente degli acquiferi e parziale alterazione della naturale dinamica di ricarica degli stessi;
- perdite economiche nei settori agricolo, turistico, energetico e industriale, con prevalenza nel settore agricolo.

Si segnalano inoltre, nel bacino del Po, le seguenti criticità ambientali:

- riduzione dei deflussi naturali causate dalla presenza di derivazioni idriche in numero e quantità non sempre compatibili con la disponibilità naturale e le capacità autodepurative dei corpi idrici.
- stato di sovra sfruttamento per le zone meno ricche di risorsa, con trends di abbassamento dei livelli freatici e scomparsa di risorgive e zone umide, e a volte compromissione delle dinamiche di scambio tra acque superficiali e sotterranee.

Va osservato come tutti questi impatti possano essere esacerbati dalle previsioni di riduzione della disponibilità idrica poste dagli scenari di cambiamento climatico futuro per il bacino del Po.



Opzioni Strategiche della Comunicazione su Carenza idrica e Siccità

- attribuire un giusto prezzo all'acqua
- migliorare l'efficienza nella distribuzione dell'acqua e nel relativo finanziamento
- migliorare la gestione del rischio di siccità
- considerare la creazione di ulteriori infrastrutture per l'approvvigionamento idrico
- promuovere le tecnologie e le pratiche che consentono un uso efficiente dell'acqua
- favorire lo sviluppo di una cultura del risparmio idrico in Europa
- migliorare le conoscenze e la raccolta di dati
- integrazione delle misure relative alla carenza idrica e alla siccità nei PGBI
- affrontare le Lacune nell'attuale politica di lotta contro la carenza idrica e la siccità

Affrontare meglio le questioni legate alla disponibilità delle risorse idriche nel futuro – Mantenimento dell'equilibrio del bilancio idrico:

- la definizione e l'attuazione delle **portate ecologiche** (flussi ecologici), al fine di affrontare efficacemente la carenza idrica e la siccità nel rispetto degli obiettivi sulla qualità ecologica della DQA. In particolare si auspica che gli attuali schemi di distribuzione idrica vengano adattati per integrare le esigenze specifiche degli ecosistemi, nella convinzione ciò possa prevenire o attenuare gli effetti della carenza idrica e della siccità.
- La definizione e l'attuazione di **obiettivi di efficienza idrica**, attraverso il compendio, da parte dei Piani di Gestione dei Bacini Idrografici, dei dati quantitativi relativi alla domanda ed alla disponibilità delle risorse idriche, anche a livello previsionale. Gli obiettivi devono essere declinati a livello locale, in funzione dei diversi settori d'uso e dei potenziali margini di risparmio idrico esistenti.
- La promozione degli **incentivi economici** all'uso efficiente dell'acqua, attraverso l'adozione di strumenti economici per l'attuazione dell'art. 9 della DQA.
- L'orientamento dell'**uso dei suoli**: al fine di garantire la sostenibilità a lungo termine degli sviluppi economici e delle politiche di uso del suolo, questi devono essere coerenti con la disponibilità di risorse idriche, attuale e futura.
- Il miglioramento della **gestione delle siccità** in Europa, attraverso azioni coerenti, mirate a fronteggiare la siccità alla scala di bacino idrografico, nell'ambito del processo di pianificazione previsto dalla DQA.
- **L'adattamento ai cambiamenti climatici**: poiché in base alle previsioni i cambiamenti climatici genereranno un inasprimento dei fenomeni siccitosi, e di conseguenza maggiori impatti della carenza idrica, occorre prevedere misure di adeguamento in anticipo.

Box 2 - Opzioni strategiche della politica europea su carenza idrica e siccità⁷

La gestione proattiva del rischio di siccità, promossa dalla Commissione Europea con la pubblicazione di Documenti e guide di riferimento in allegato al *Blueprint*, prevede che le Autorità di Distretto attuino la *gestione proattiva del rischio di siccità*, ovvero valutino in anticipo impatti e vulnerabilità del territorio e prevedano, negli atti di pianificazione, azioni appropriate per la mitigazione del rischio sul lungo termine e per la mitigazione degli impatti con una appropriata gestione nel tempo reale.

Lo strumento che, seppur non ancora obbligatorio, è previsto per l'attuazione di ciò è il "Piano di gestione delle Siccità" - *Drought Management Plan* (Vedere "Paragrafo 3.4 - Contenuti dei Drought Management Plans").

⁷Relazione sul riesame della politica europea in materia di carenza idrica e di siccità



1.2. Linee di azione prioritarie nel distretto del Po

Sono state individuate le seguenti azioni come base per l'organizzazione delle attività per il contrasto della carenza idrica e la gestione delle siccità:

- individuazione dei fabbisogni antropici connessi al consumo umano ed alle attività produttive presenti sul territorio, in un contesto di sostenibilità ambientale, economica e sociale;
- definizione della portata ecologica il (*environmental flow*) sulla base di quanto proposto dalla Commissione Europea;
- condivisione dei criteri a livello distrettuale per la valutazione degli impatti prodotti dai prelievi sull'ambiente fluviale e sulla qualità dei corpi idrici;
- analizzare la genesi, le caratteristiche e gli impatti delle crisi idriche, al fine di definire adeguate misure per la gestione delle siccità.

Tra le azioni per la mitigazione degli impatti della siccità, risulta fondamentale l'elaborazione di un quadro conoscitivo relativo all'evoluzione della disponibilità idrica nel bacino del Po, e all'evoluzione delle crisi idriche che si sono presentate nell'ultimo secolo, con la finalità di individuare nello specifico i *gaps* quantitativi attuali e futuri rispetto alla domanda e alla disponibilità di risorsa idrica naturale.

Si osserva in particolare che condividere, alla scala del distretto, strumenti che consentano l'inquadramento dei fenomeni di *carenza idrica* e di *siccità*, basati su indicatori meteo-climatici, di disponibilità idrica e di uso omogenei e standardizzati, risulta necessario al fine dell'attivazione delle deroghe temporanee al raggiungimento degli obiettivi del Piano relative all'art 4.6 della DQA in caso di siccità prolungata, (*Vedere Capitolo 2 - Deroghe al raggiungimento degli obiettivi della DQA art. 4.6*). A tal fine il riferimento è costituito dal set di indicatori in corso di definizione da parte della Commissione Europea (*Working Group Water Balance /Water Accounts*) di cui si fornisce un elenco al "*Paragrafo 3.3 - Indicatori di riferimento per il monitoraggio delle siccità*", rimandando al Piano del Bilancio Idrico del Distretto del Fiume Po per ulteriori approfondimenti. -

La conoscenza della resilienza del sistema degli usi alle siccità e alle siccità prolungate (*Vedere Capitolo 2 per definizione*), degli impatti e della vulnerabilità locale del territorio compongono un quadro di base per la scelta e l'applicazione di misure per la riduzione della vulnerabilità alla siccità e per la lotta alla carenza idrica, che possono comprendere:

- la riconsiderazione dei diritti di prelievo sulla base di una maggior prioritizzazione degli obiettivi ambientali;
- la progettazione del monitoraggio ed attuazione del controllo sui prelievi, basata su una disciplina della misura uniforme alla scala del distretto idrografico, anche al fine di contrastare l'uso abusivo;
- la condivisione e applicazione di standard e criteri fissati a livello nazionale per il riuso dell'acqua in agricoltura sulla base del documento UE "Proposta (Regolamento) di strumenti per stabilire standard comuni di qualità per sostenere il riuso dell'acqua – 2015";
- l'indirizzare, attraverso incentivi/condizionalità, le scelte degli operatori economici verso comportamenti coerenti con gli obiettivi ambientali della direttiva 2000/60 CE (*cross compliance* in campo agricolo (utilizzando lo strumento della PAC) attraverso modificazioni di uso del suolo, e aumento dell'efficienza, la riduzione delle perdite e la contestuale riduzione del prelievo;
- l'identificazione, valorizzazione e potenziamento delle misure per l'accumulo di risorsa idrica, qualora compatibili con gli obiettivi della DQA, al fine di compensare temporanee carenze di risorsa dovute alla variabilità stagionale e interannuale del regime idrologico.



Nel bacino del Po, la gestione delle crisi idriche è stata operata fino ad ora in base ai contenuti del "Protocollo d'intesa per l'attività unitaria conoscitiva e di controllo del bilancio idrico volta alla prevenzione degli eventi di magra eccezionale nel bacino idrografico del fiume Po", che ha istituito nel Distretto del Po un tavolo tecnico per la gestione delle crisi idriche denominato "Cabina di Regia". Il tavolo si attiva all'inizio della stagione irrigua per effettuare valutazioni periodiche della situazione, potenziando gli interventi in caso si prospettino condizioni di criticità. Inoltre, il tavolo coinvolge concretamente in incontri periodici tutte le amministrazioni che si occupano della gestione della risorsa, ed è aperto a tutti i principali *stakeholders* del settore. Ciò garantisce la condivisione delle informazioni e delle decisioni. Tale buona pratica è stata formalizzata da un "Protocollo di intesa" per l'attività unitaria conoscitiva e di controllo del bilancio idrico volta alla prevenzione degli eventi di magra eccezionale nel bacino idrografico del fiume Po, stipulato in data 8 giugno 2006.

Rispetto ai contenuti che la CE richiede debbano caratterizzare i *DMP*, il protocollo citato non risulta esaustivo soprattutto rispetto al livello di dettaglio di inquadramento della situazione e di trasparenza dei dati e dell'informazione, e rispetto agli impatti attesi della siccità sul territorio e alla misura dei volumi prelevati. Il Piano del Bilancio idrico, misura Urgente del PdGPo 2010, rappresenta lo strumento dell'Autorità di Bacino del Po per fornire una risposta esaustiva e integrata. Infatti, l'art. 1 della DQA indica le seguenti finalità generali:

b) agevolare un utilizzo idrico sostenibile fondato sulla protezione a lungo termine delle risorse idriche disponibili;

e) contribuire a mitigare gli effetti delle inondazioni e della siccità,

ponendo limiti allo sfruttamento della risorsa idrica che tengano conto:

- dell'obbligo di non causare il deterioramento della qualità ambientale dei corpi idrici rispetto alle condizioni attuali, e
- della necessità di mettere in atto tutte le azioni necessarie per raggiungere lo stato di buono entro il 2015.

Per tali ragioni uno degli obiettivi generali del Piano del Bilancio idrico è il seguente:

"GESTIONE DELLE SICCATÀ - Promuovere la gestione proattiva delle siccità, al fine di minimizzarne gli impatti sul sistema socio-economico ed ambientale, tenendo anche conto dei possibili scenari di cambiamento climatico futuro"

Esso è declinato nei seguenti obiettivi specifici:

- promuovere la realizzazione di un sistema condiviso di monitoraggio in tempo reale del bilancio idrico, di previsione delle siccità ed allerta precoce, sulla base delle migliori pratiche delle tecnologie appropriate e di costi ragionevoli.
- Individuare le azioni necessarie alla gestione proattiva delle siccità a livello distrettuale, anche definendo le grandezze critiche per la classificazione della condizione climatica in atto (indicatori, variabili climatiche e soglie).
- Definire criteri ed indirizzi per lo sviluppo di piani del bilancio idrico territoriali finalizzati alla conservazione della risorsa idrica.



2. Deroghe al raggiungimento degli obiettivi della DQA art. 4.6

Il documento CIS “Guida alle deroghe agli obiettivi ambientali”⁸, contiene i criteri per poter derogare temporaneamente al raggiungimento degli obiettivi della DQA nei casi di cui all’art. 4.6, cioè per “eventi ragionevolmente non prevedibili”.

Deroghe art. 4.6 DQA.

“Un deterioramento temporaneo della qualità ecologica di un corpo idrico non costituisce violazione alle prescrizioni della Direttiva se avviene per cause di “forza maggiore” eccezionali che non potevano ragionevolmente essere previste, tra cui sono citate le siccità prolungate. La possibilità di accedere alla deroga è subordinata al rispetto di alcune condizioni, tra le quali rivestono particolare interesse rispetto al Piano del Bilancio idrico:

- **che il piano di gestione preveda espressamente le situazioni in cui possono essere dichiarate dette circostanze ragionevolmente imprevedibili o eccezionali, utilizzando appropriati indicatori;**
- **che le misure da adottare quando si verificano le circostanze eccezionali siano contemplate nel Programma di Misure.”**

Box 3 - Condizioni per l'attivazione delle Deroghe art. 4.6

Nella guida CIS viene chiarito come, a differenza della scarsità idrica, la siccità costituisca un fenomeno naturale imprevedibile rispetto al quale possono essere prese misure per ridurne o potenzialmente annullarne le conseguenze negative, **ma non per evitarlo**. Come conseguenza occorre distinguere chiaramente le siccità prolungate dalle siccità non prolungate, attraverso l’uso di indicatori rilevanti basati su grandezze naturali (assenza di precipitazione, tasso di evapotraspirazione...), e, ciò che più conta, prevedere nei piani tutte le possibili misure per affrontare stati di “siccità non prolungata” senza compromettere il raggiungimento degli obiettivi di qualità della DQA.

In Figura 1 è rappresentato in maniera schematica il meccanismo che consente l'attivazione delle deroghe previste dall'art. 4.6 della DQA.

⁸ “Guidance document No.20 – Guidance document on exemptions to the environmental objectives” – Technical Report 20009-027 Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive.

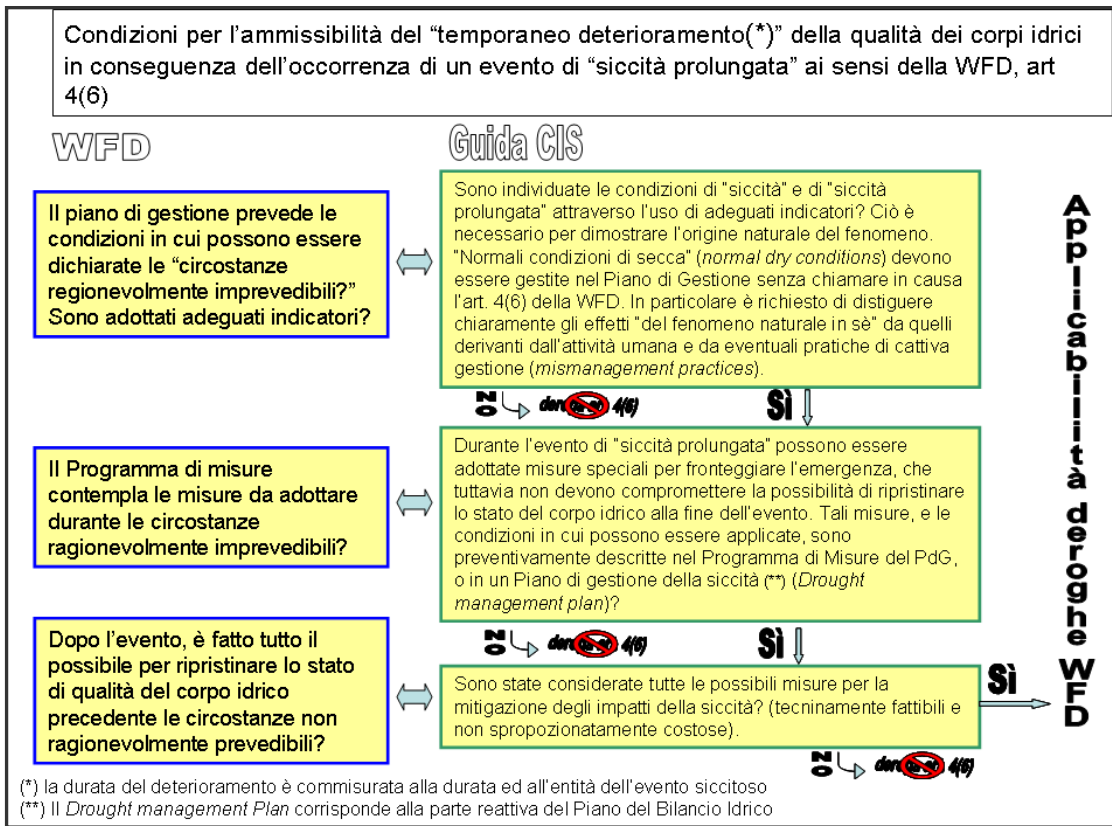


Figura 1 Schema della condizionalità prevista dalle linee guida Europee per l'applicabilità delle deroghe ai sensi dell'Art. 4(6) della WFD.

Al fine di accedere alle deroghe al raggiungimento degli obiettivi di qualità della DQA, ovvero per poter accettare il temporaneo deterioramento della qualità dei corpi idrici a seguito di un evento estremo, occorre preventivamente dotarsi degli strumenti di pianificazione necessari per attuare la "gestione proattiva" delle crisi, cioè di quelli che la Commissione Europea identifica come "*Drought Management Plan*" (DMP), "Piani di Gestione delle Siccità". Anche l'accesso ai Fondi di Solidarietà che si possono attivare in caso di emergenza è subordinato all'operatività del *DMP*. In pratica occorre definire preventivamente, attraverso lo studio statistico e l'inquadramento climatico e di "uso della risorsa", le condizioni che possono manifestarsi e che potenzialmente determinano una crisi del sistema, individuando e predisponendo l'attivazione delle misure per ridurre gli impatti dell'evento.

L'Allegato 3 alla Relazione Generale del Piano del Bilancio Idrico del Distretto del Fiume Po, costituito dal "*Piano per la gestione delle siccità - Direttiva Magre*" contiene l'analisi degli stati di magra del fiume Po, la presentazione di tutte le iniziative in atto e dei risultati degli studi condotti sul tema della gestione degli eventi estremi di siccità e carenza idrica, la presentazione delle linee guida per la gestione nel tempo reale degli eventi di magra e i risultati dell'analisi di impatto e vulnerabilità nel bacino del Po.

Rispetto alle istanze comunitarie, l'Autorità di Bacino ha implementato, nel corso dell'ultimo decennio, strumenti efficaci ed avanzati per:

- il monitoraggio delle siccità e delle crisi idriche: oltre a essere stato implementato il sistema di allerta precoce e monitoraggio in tempo reale DEWS-Po (*Drought Early Warning System fiume Po*), attivo dal 2007, sono stati condotti studi per la ricostruzione e l'analisi di serie di indicatori di siccità.
- l'individuazione di soglie di criticità relativamente alla "siccità idrologica" (magra fluviale);



- l'organizzazione della gestione proattiva degli eventi di crisi idrica (protocollo d'intesa 8 giugno 2006 e cabina di regia).

Sono previste, come misure del Piano del Bilancio Idrico, azioni per ridurre le criticità che ancora permangono:

- difficoltà a distinguere in modo univoco la siccità dalla siccità prolungata, a causa dell'assenza di riferimenti quantitativi comunitari, ma anche dei molteplici aspetti che può assumere l'evento (siccità meteorologica, idrologica, socio-economica,...) con impatti non univocamente associabili alle caratteristiche meteorologiche dell'evento, che sono quelle meglio rilevabili.
- incompleta definizione degli impatti, e di conseguenza della vulnerabilità del distretto, a causa della grande varietà che essi possono assumere, in dipendenza da fattori meteorologici o strutturali: ad esempio l'impatto che un comparto irriguo può subire da una siccità dipende sia dalle condizioni di piovosità e temperatura che si presentano, sia dalla presenza e dall'efficacia delle eventuali infrastrutture irrigue presenti.



3. Analisi storica e statistica delle magre del fiume Po.

Nel presente paragrafo sono forniti alcuni elementi fondamentali per la descrizione dell'analisi storica e statistica delle magre del fiume Po, effettuata dall'Autorità di Bacino del Fiume Po. Si rimanda al Piano del Bilancio idrico per eventuali approfondimenti.

L'idrologia del Po è studiata fin dal XIX secolo, anche se un monitoraggio sistematico e scientifico delle grandezze idrologiche è iniziato con l'avvento dell'Ufficio Idrografico e Mareografico del Po, nel 1912, rendendo disponibili sino ad oggi serie preziosissime a partire dal 1923.

Le magre del Po sono studiate con riferimento a 5 stazioni idrografiche storiche caratterizzate da serie di osservazioni molto estese nel tempo, per le quali sono pubblicati i dati sugli Annali Idrologici a partire dal primo ventennio del secolo scorso. Le loro caratteristiche sono riportate da Figura 2 a Figura 6. In Figura 7 è invece rappresentata la rete dei sensori idrometrici e pluviometrici presente nel distretto, ed utilizzata per il monitoraggio finalizzato a tutte le attività di pianificazione e gestione degli eventi di magra e piena.

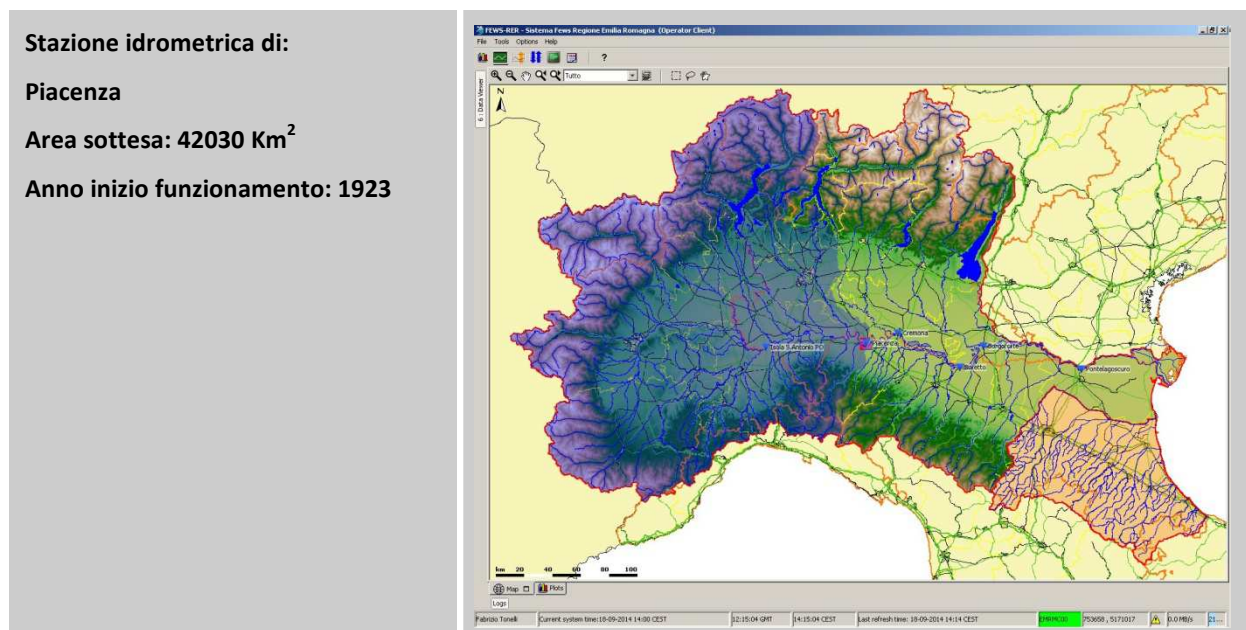


Figura 2 - Ubicazione e caratteristiche della stazione idrometrica di Piacenza sul Po.



Stazione idrometrica di:

Cremona

Area sottesa: 50726 Km²

Anno inizio funzionamento: 1932

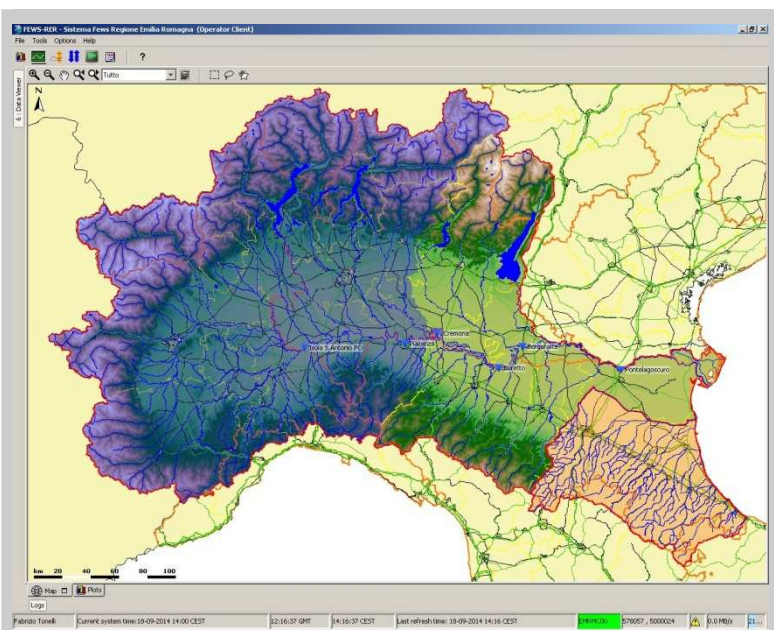


Figura 3 - Ubicazione e caratteristiche della stazione idrometrica di Cremona sul Po.

Stazione idrometrica di:

Boretto

Area sottesa: 55183 Km²

Anno inizio funzionamento: 1943

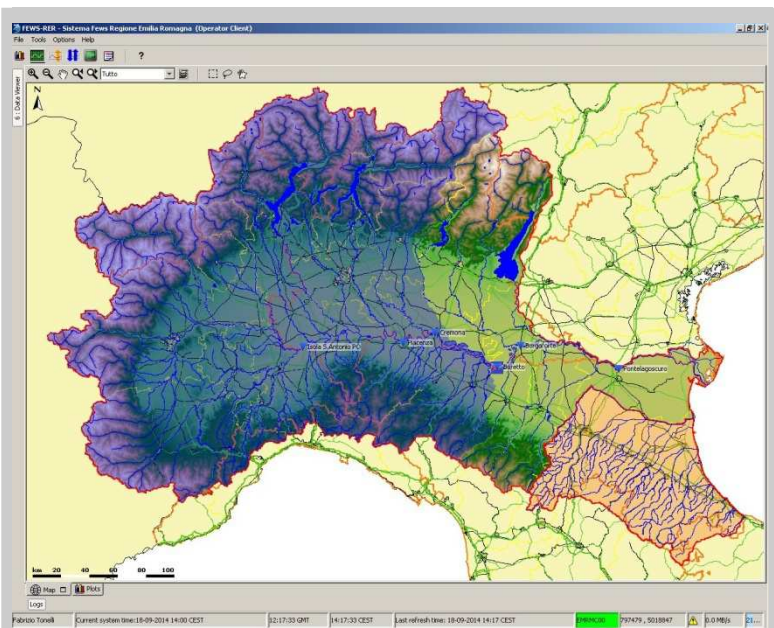


Figura 4 - Ubicazione e caratteristiche della stazione idrometrica di Boretto sul Po.



Piano di Gestione del distretto idrografico del fiume Po
Riesame e aggiornamento al 2015

Stazione idrometrica di:
Borgoforte
Area sottesa: 62450 Km²
Anno inizio funzionamento: 1924

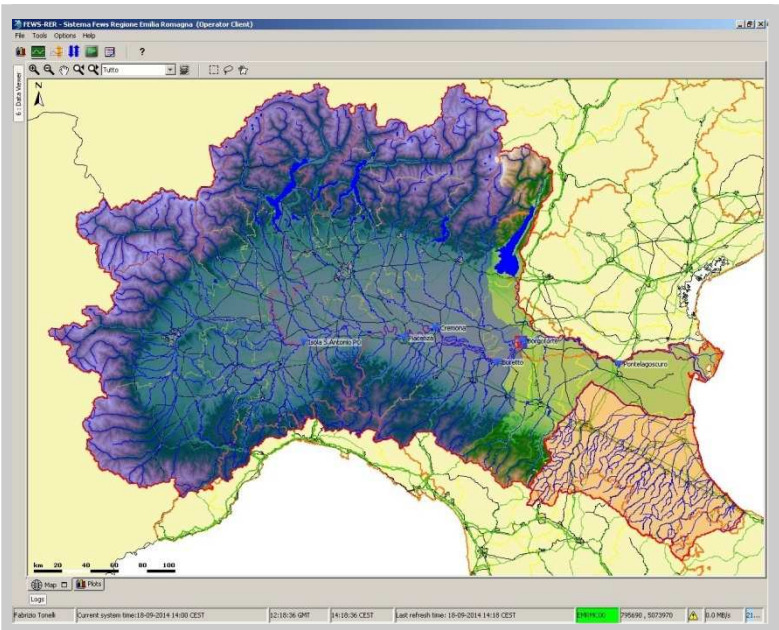


Figura 5 - Ubicazione e caratteristiche della stazione idrometrica di Borgoforte sul Po.

Stazione idrometrica di:
Pontelagoscuro
Area sottesa: 70091 Km²
Anno inizio funzionamento: 1922

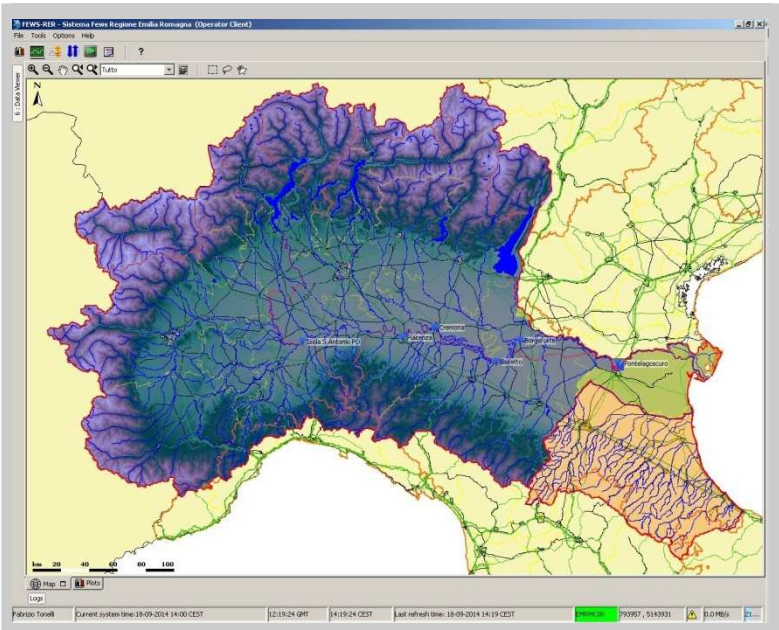


Figura 6 - Ubicazione e caratteristiche della stazione idrometrica di Pontelagoscuro sul Po.

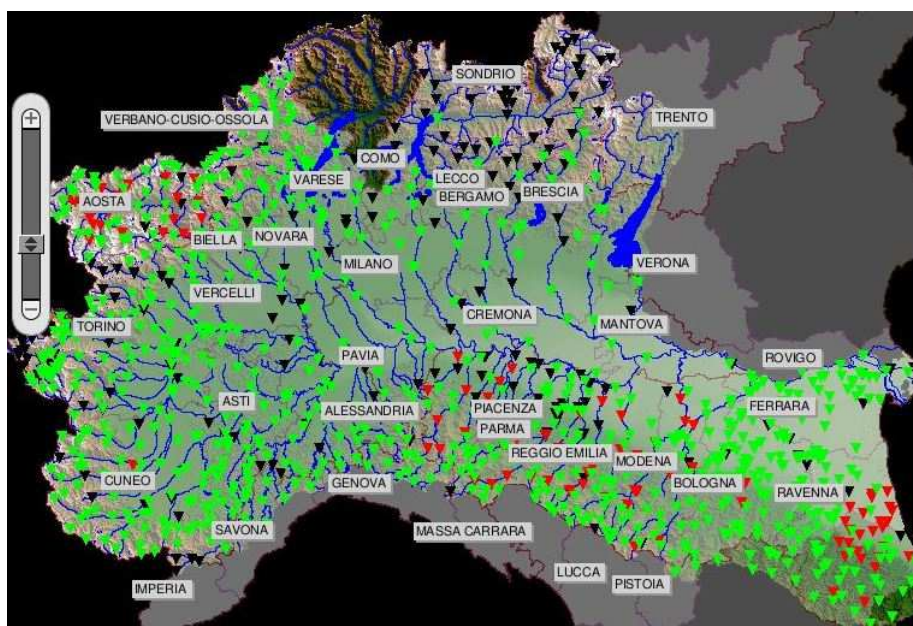


Figura 7 - Rete dei sensori pluviometrici nel distretto del Po

Nel grafico di Figura 8, in cui è illustrata la serie delle precipitazioni annuali ragguagliate all'area del bacino del Po chiuso a Pontelagoscuro dal 1923 al 2013, e la rispettiva media mobile decennale, sono indicati sia gli eventi di siccità documentati nella letteratura di settore (etichette gialle in basso), che due periodi particolari in cui il valore annuo di precipitazione si è mantenuto al di sotto della media di lungo periodo: il primo compreso tra il 1944 e il 1958 (piogge a partire dal 1934) ed il secondo che si estende dal 1987 (piogge dal 1978) al momento attuale. I decenni mediamente meno piovosi si sono quelli 1941-1950 e 1989-1998, con un valore medio minimo di 1000 mm/anno. Dalla Figura 9, in cui sono rappresentati i deflussi alla stazione di Pontelagoscuro, è possibile dedurre l'effetto sulle portate degli scarsi afflussi dei periodi citati.

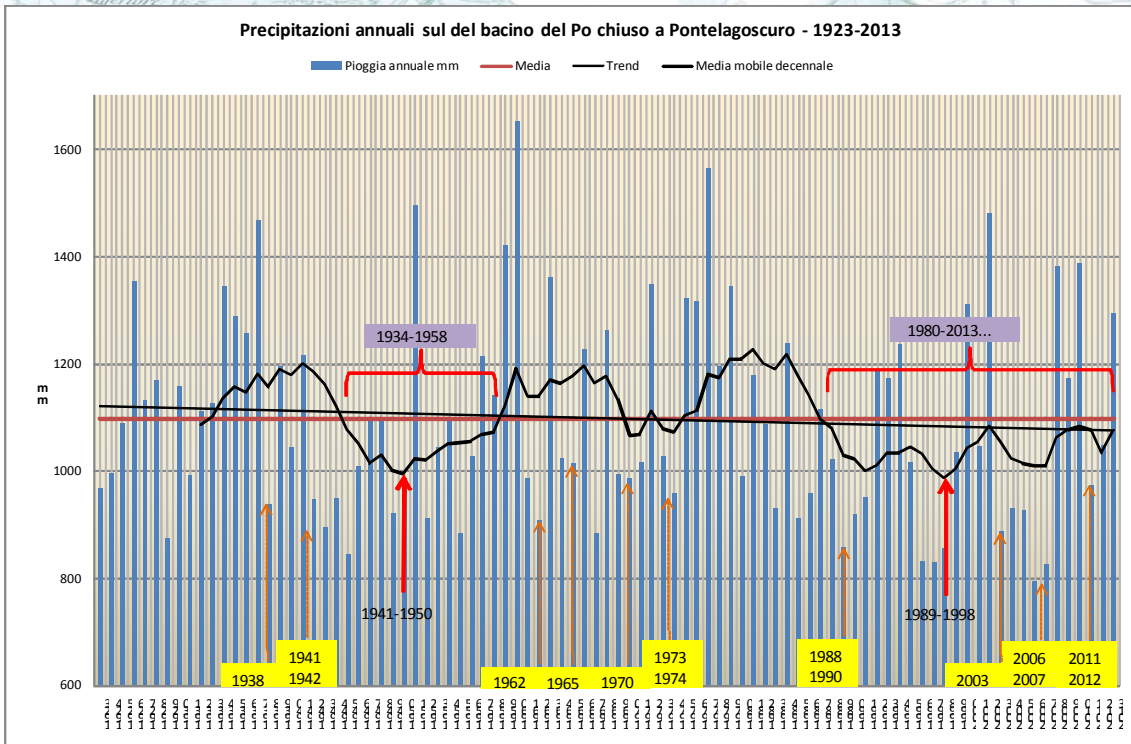


Figura 8 - Serie storica della pioggia annua cumulata sul bacino del Po chiuso a Pontelagoscuro. Le etichette evidenziano il confronto tra il minimo nella media decennale dell'ultimo periodo ed il minimo storico degli anni '40.

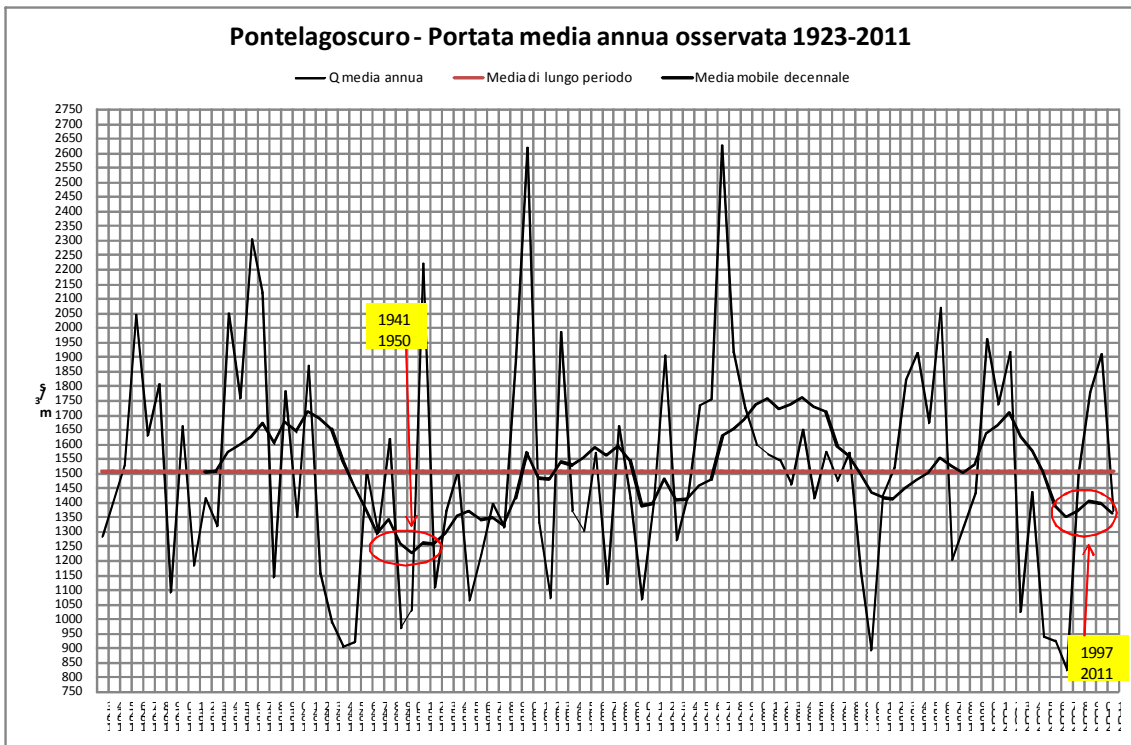


Figura 9 - Andamento della portata media annua misurata a Pontelagoscuro dal 1923 al 2010. Le etichette gialle evidenziano il confronto tra i valori medi decennali dell'ultimo decennio e del decennio critico 1941-1951



3.1. Idrologia degli ultimi dieci anni

Il decennio appena trascorso, dal 2003 al 2012, è stato sicuramente caratterizzato dall'occorrenza molto frequente di episodi di scarsa precipitazione o siccità, a volte comuni a tutta Europa, a volte limitati a porzioni del bacino del Po. Tale esperienza emerge chiaramente dall'analisi della situazione idrologica degli ultimi dieci anni nel contesto storico, che ha permesso di confrontare alcune caratteristiche idrologiche di base con le medie storiche di lungo periodo.

In Figura 10 sono riportati e messi a confronto tra loro i parametri caratteristici delle curve di durata relative rispettivamente al periodo 1923-2000 e 2001-2010, con l'intento di evidenziare le differenze tra l'ultimo decennio ed il periodo precedente. Oltre alla portata media, è riportata la portata semipermanente, (durata di 186,5 giorni/anno), le portate limite di piena e di magra ordinaria, con durata pari rispettivamente a 91 e a 274 giorni/anno, utilizzate nella tradizione dell'ex ufficio Idrografico per individuare i relativi stati idrologici, la portata con durata di 355 giorni/anno, rappresentativa degli stati di magra straordinari, e la portata minima assoluta. Tutti i valori di riferimento nel decennio 2001-2010 sono stati inferiori alla media storica, a causa dell'elevata frequenza con cui si sono manifestate crisi idriche nel bacino del Po (20003, 2006, 2007, 2011, 2012).

Gli stessi parametri elencati sono riportati in forma numerica in nell'Allegato 3 alla presente Relazione.

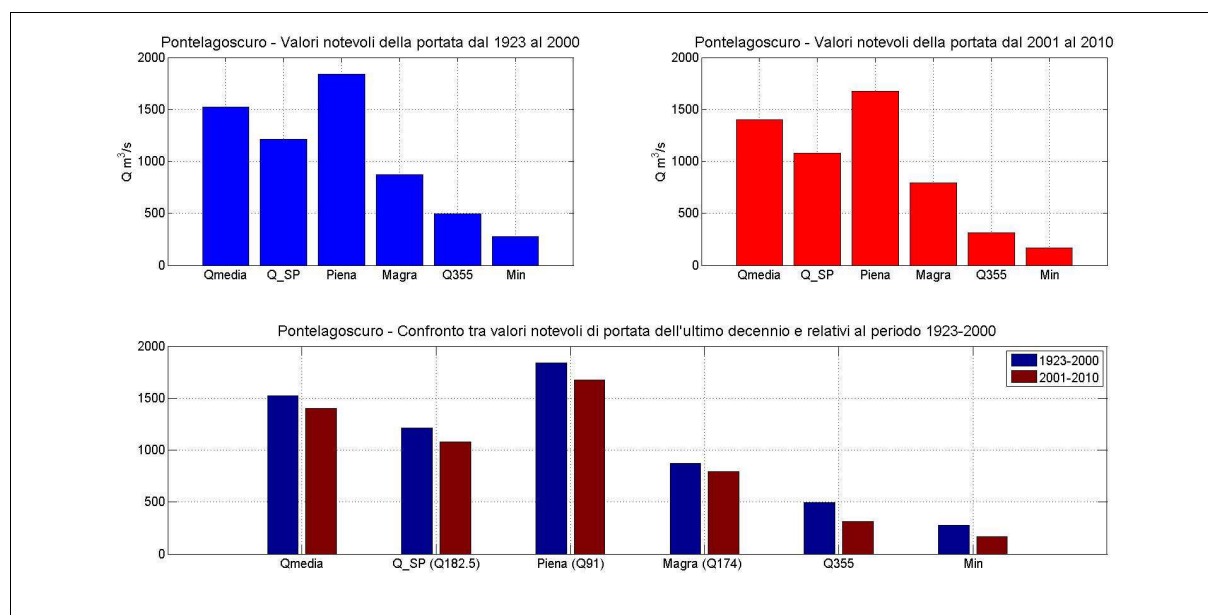


Figura 10 – Riepilogo delle differenze tra i valori notevoli delle curve di durata osservati nell'ultimo decennio (2001-2010) e nel periodo precedente (1923-2000).

In Figura 11 è presentato il diagramma della portata con durata 355 giorni/anno, aggiornato, rispetto a quanto riportato dall'ing. Lino Cati nella pubblicazione "Idrografia e idrologia del Po"⁹, con i dati del periodo 1975-2010, e la relativa linea di tendenza, ottenuta per semplice interpolazione lineare.

Nel 2003 e nel 2006 si sono presentati i due minimi che hanno successivamente superato in intensità per due volte il minimo storico del 1944. Come già osservato dall'ing. Lino Cati, i trends evidenziati non possono essere definitivamente interpretati alla luce dei cambiamenti climatici in corso fino a che non si possa analizzare correttamente anche il trend delle portate prelevate dai corsi d'acqua del bacino del Po per fini irrigui nello stesso periodo.

⁹ Pubblicazione n. 19 dell'Ufficio Idrografico del Po - Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato - 1981

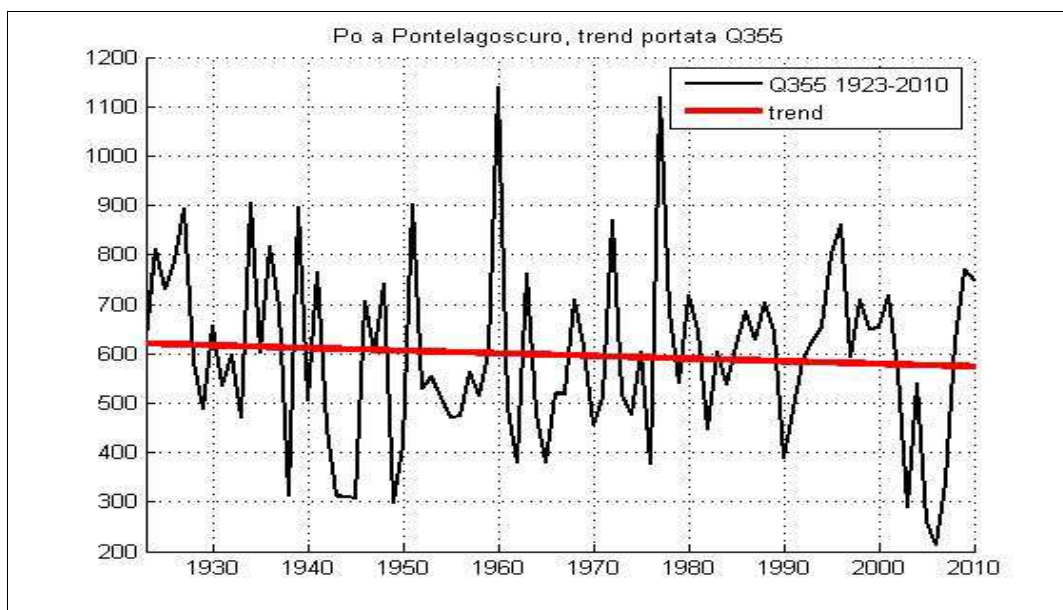


Figura 11 – Andamento della Q355 dal 1923 al 2010.

3.2. Le magre del Po

L'analisi delle magre del Po è stata effettuata a partire da una serie di dati molto estesa, costituita dai valori di portata giornaliera disponibili tra il 1923 e il 2010 per le stazioni di riferimento Piacenza, Cremona, Boretto, Borgoforte, e Pontelagoscuro. I parametri caratteristici degli stati di magra sono stati studiati al fine di studiarne l'evoluzione negli ultimi 90 anni. Sono quindi stati studiati:

- l'andamento dei minimi e degli episodi di magra;
- i risultati delle analisi degli stati di magra effettuate attraverso il confronto di diversi periodi (1923-1974/1975-2010, e 1923-2000/2001-2010), con l'ausilio del metodo *Index of Hydrologic Alteration*, messo a disposizione da *Nature Conservancy*¹⁰ al fine di verificare se si sono manifestati *trends* e di inquadrate l'ultimo decennio di osservazioni;
- i risultati delle analisi di frequenza delle magre idrologiche e delle siccità, e le serie storiche di indicatori statistici caratterizzanti le siccità (SPI, SRI, ecc.), effettuate a supporto della realizzazione del sistema DEWS-Po.

Tutti i risultati ottenuti derivano dall'analisi di serie di portata osservata, pertanto per essi valgono le osservazioni riportate in precedenza circa l'impossibilità di distinguere se le tendenze che si osservano siano imputabili ai cambiamenti climatici o ad una modifica del regime dei prelievi antropici di risorsa idrica dai corpi idrici del bacino.

Nei diagrammi di Figura 12, con riferimento all'intero periodo di osservazione dal 1923 al 2010, sono messi a confronto il minimo annuale della portata media di sette giorni e il minimo annuale della portata media di 90 giorni: emerge una tendenza alla diminuzione, oltre alla rilevanza del minimo del 2003, che permane come minimo storico anche in Figura 12(b) con un valore di portata media di 90 giorni al di sotto 400 m³/s.

Ulteriori approfondimenti sono riportati nella Relazione Generale del Piano del Bilancio idrico del Distretto del Po e nei relativi Allegati.

¹⁰ The Nature Conservancy, 2009 - Indicators of Hydrologic Alteration, Version 7.1 - User's Manual

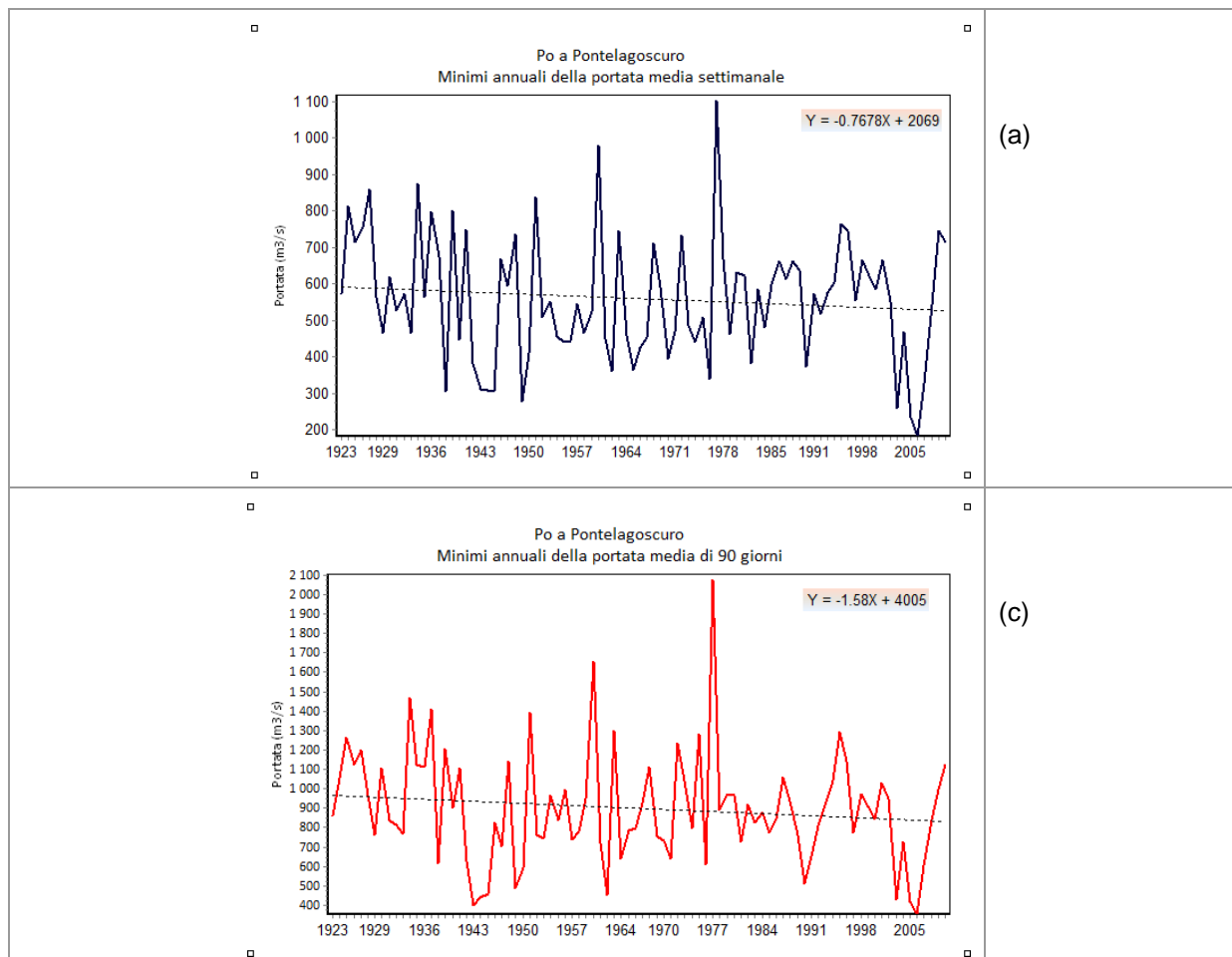


Figura 12 - Po a Pontelagoscuro: andamento dei minimi della portata dal 1923 al 2010. (a) Media di sette giorni (b), media di trenta giorni, (c) media di 90 giorni.



3.2.1. Analisi dell'evoluzione del regime di magra con metodo IHA

La metodologia “*Indicators of hydrologic alteration*” (IHA) è sviluppata da *Nature Conservancy* per lo studio del regime idrologico dei corsi d'acqua. Essa si basa, al livello di applicazione più semplice, su calcolo e analisi di 33 parametri fondamentali deducibili dalle serie storiche di portata media giornaliera. Si rimanda alla letteratura di settore per una descrizione esaustiva della metodologia. Il metodo permette di confrontare tra loro due diversi periodi, e nel caso del Po è stato confrontato il decennio 2001-2010 con il periodo 1923-2000, ed i periodi 1923-1974 e 1975-2010.

Un secondo livello di analisi comporta l'interpretazione dei valori di alcuni dei parametri rispetto a cinque “classi” di deflusso, rispetto alle quali può essere scomposto l'idrogramma delle portate storico:

- deflussi di base;
- magre estreme;
- portate intermedie e formative senza esondazione;
- piene ordinarie;
- piene straordinarie.

Le cinque classi prendono il nome di “Componenti ambientali del deflusso” (*Environmental Flow Components, EFC*). In Allegato 3 è riportata la Tabella completa delle componenti del deflusso e dei parametri necessari per il loro calcolo.

Il primo confronto è stato effettuato tra il periodo dal 1923 al 1974 e il periodo dal 1975 al 2010: il primo dei due periodi (1923-1974) è infatti l'ultimo per il quale sono disponibili dati e risultati di analisi sulle magre prodotti dall'Ex Ufficio Idrografico¹¹. La Figura 13 mostra il confronto tra i minimi giornalieri dei due periodi analizzati, mostrando l'assenza di differenze significative se si considera il confronto (a) relativo i periodi 1923-1974 e 1975-2010; dal grafico (b) relativo ai periodi 1923-1000 e 2001-2010 si evince invece una maggiore variabilità verso il basso del minimo giornaliero, ed un leggero abbassamento della mediana decennale rispetto alla mediana del periodo precedente, effetto evidentemente legato alla presenza, nel decennio, dell'evento minimo storico del 2006 e delle magre estreme del 2005 e del 2003, e del 2007.

¹¹ CATI citare

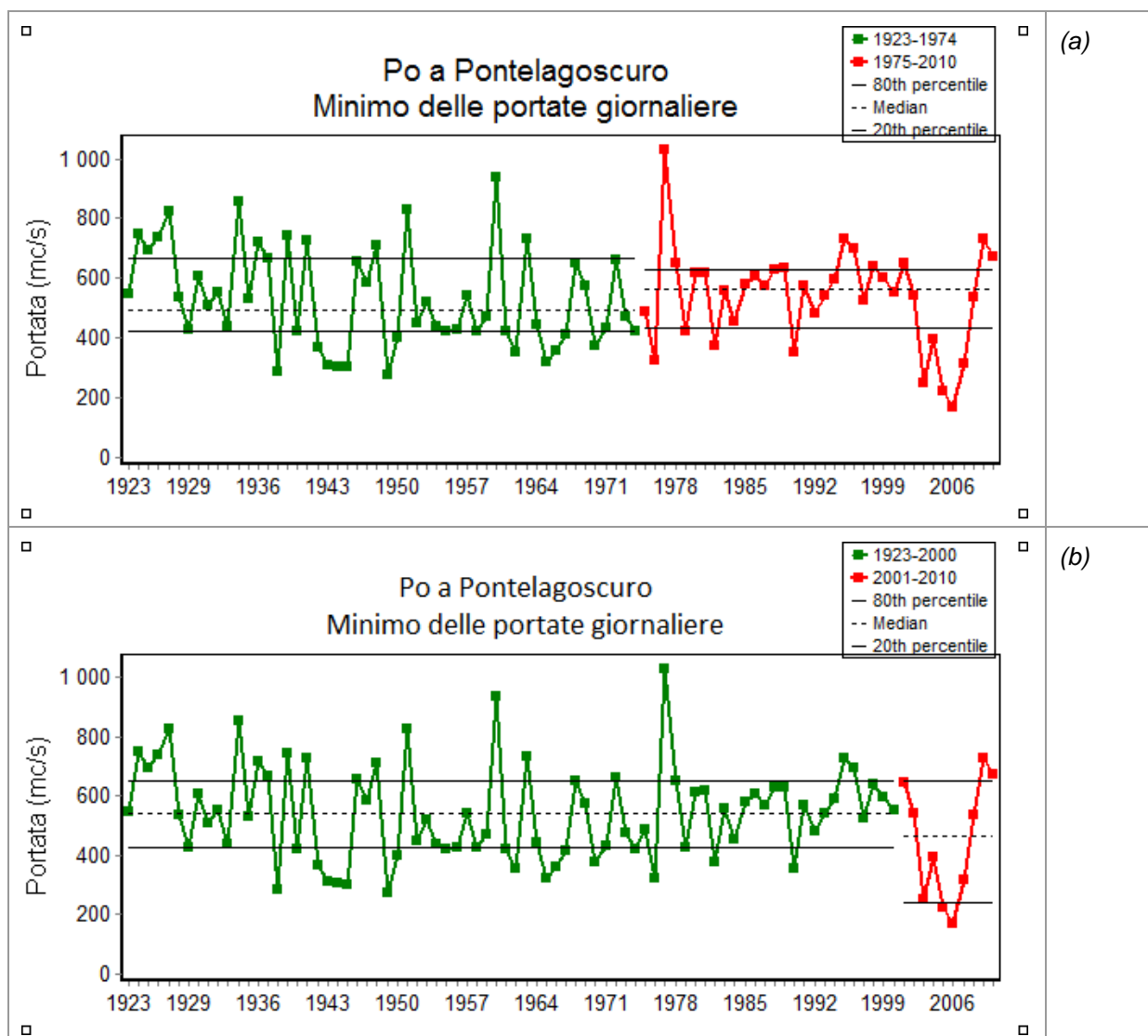


Figura 13 - Confronto tra le serie di minimi annuali delle portate giornaliere osservate a Pontelagoscuro - (a) relative ai periodi 1923-1974 e 1975-2010 - (b) Relative ai periodi 1923 -2000 e 2001-2010.



In Figura 14 la stessa rappresentazione riguarda la portata media del mese di luglio, per la quale emerge invece un diminuzione piuttosto drastica dal confronto tra i periodi 1923-2000 e 2001-2010 (Figura 14(b)). Per quanto riguarda il grafico di Figura 14(a), si osserva che la tendenza alla diminuzione dell'ultimo decennio ha compensato la tendenza all'aumento del periodo precedente 1975-2000, cui si è accennato anche al paragrafo precedente. I risultati di ulteriori elaborazioni sono riportati nell'Allegato 3 alla presente Relazione.

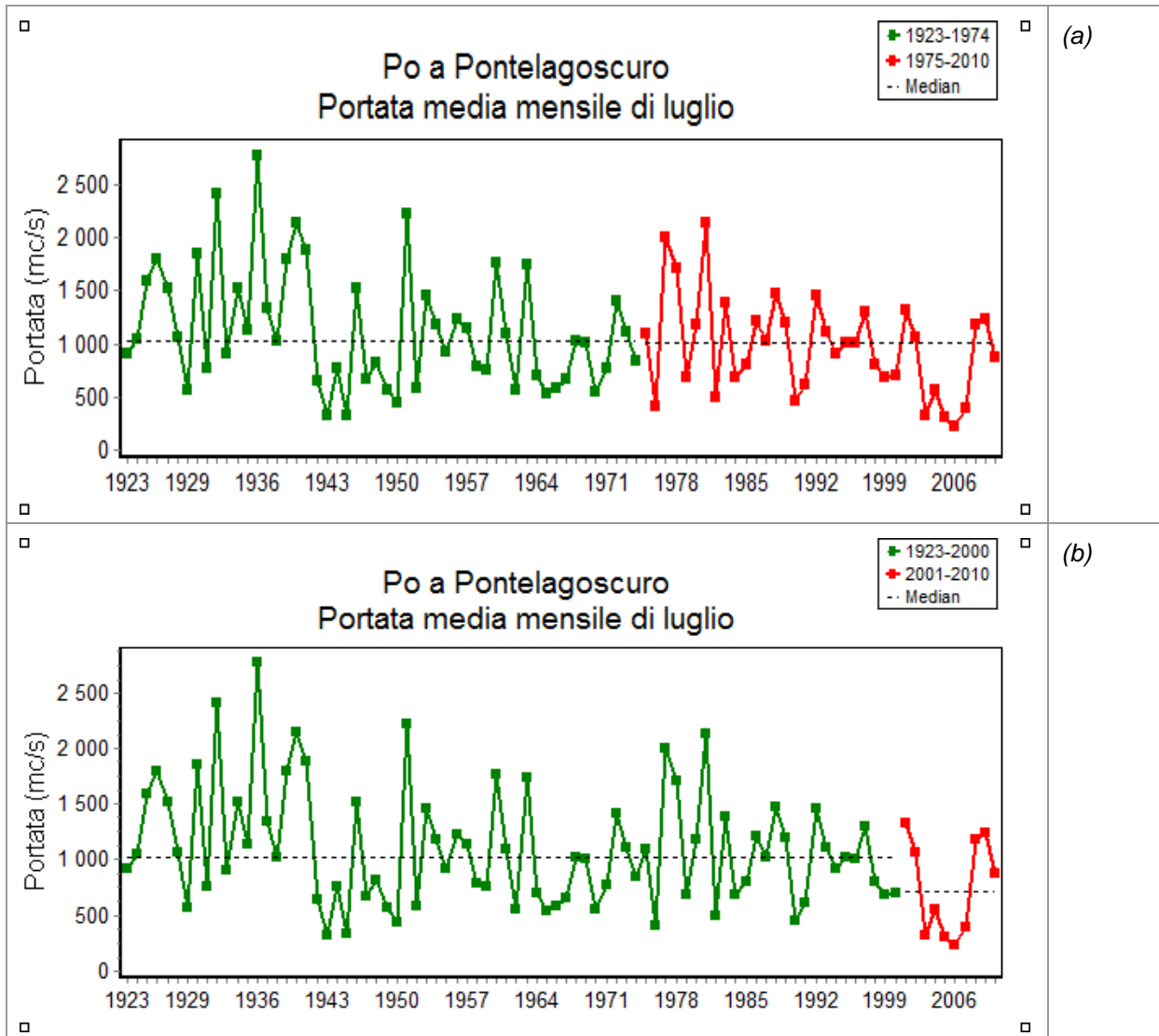


Figura 14 - Confronto tra la portata media mensile del mese di luglio osservata a Pontelagoscuro - (a) relativa ai periodi 1923-1974 e 1975-2010 - (b) Relativa ai periodi 1923 -2000 e 2001-2010.

3.2.2. Siccità: indici e analisi bivariata di frequenza¹²

La definizione del tempo di ritorno per un episodio di siccità non è semplice come per l'evento di piena: la siccità si innesca lentamente, e, a differenza della piena, non è caratterizzata solamente dall'*intensità del fenomeno*, ovvero dal valore minimo assunto dalle variabili di riferimento pioggia e portata fluviale, ma anche in misura rilevante dalla sua durata nel tempo. Nelle sezioni di riferimento illustrate in Figura 15, è stata quindi condotta un'analisi in frequenze delle siccità, sia tramite un approccio univariato, relativo cioè ad una variabile aleatoria indipendente, sia con un più avanzato approccio multivariato, che consente di valutare sia l'intensità che la durata del fenomeno, una volta definito l'evento siccitoso attraverso un'analisi a soglia. Ciò ha consentito il calcolo del "*periodo di ritorno secondario, $\rho_T(D,S)$* ", che **rappresenta il tempo medio che intercorre tra due eventi siccitosi di entità pari o superiore a quella identificata dalla coppia (D,S) in termini di durata e severità.**



Figura 15 - Stazioni utilizzate per l'analisi bivariata di frequenza delle magre del Po

Di seguito si riporta la descrizione degli eventi più severi degli anni 2003, 2005, 2006 e 2007. Rimandando al Piano del Bilancio Idrico del Distretto del Fiume per i necessari approfondimenti, si riportano qui i valori della stima del tempo di ritorno degli eventi delle annate più critiche, ottenuti sulla base delle soglie definite nell'ambito dello studio per la stazione di Pontelagoscuro.

- 4 eventi nel 2003, di cui il maggiore con periodo di ritorno secondario di circa 250 anni, durata di 109 giorni e volume 2.34 miliardi di m³;
- 2 eventi nel 2005, di cui uno con periodo di ritorno secondari di circa 210 anni, volume pari a 2.29 x miliardi di m³ e durata 86 giorni;
- 4 eventi nel 2006, di cui uno con periodo di ritorno secondario di circa 205 anni, durata 83 giorni e volume 2.84 miliardi di m³;

¹² L'attribuzione del valore del tempo di ritorno richiede la definizione di un valore di soglia sulla portata minima, al di sotto del quale comincia ad essere registrato l'episodio siccitoso".



- 8 eventi nel 2007, di cui uno con periodo di ritorno secondario di circa 108 anni, durata di 54 giorni e volume di circa 1.3 miliardi di m³

Analizzando i dati alla luce dell'esperienza derivante dalla gestione della risorsa effettuata in tempo reale presso l'Autorità di Bacino del Fiume Po durante le crisi, emerge che gli eventi che hanno richiesto una gestione straordinaria sono quelli caratterizzati a Pontelagoscuro da un ammanco di risorsa superiore a 1 miliardo di m³ e con durata superiore a 50 giorni, con tempo di ritorno secondario quindi di circa 100 anni.

3.3. Indicatori di riferimento per il monitoraggio delle siccità

Indicatori e indici standardizzati per il monitoraggio delle siccità sono divenuti strumenti indispensabili, sia per la comprensione della situazione da un punto di vista meteorologico e tecnico, sia per l'inquadramento ai fini dell'applicazione delle opportune procedure per la gestione del rischio o di misure specifiche previste dalla pianificazione di Bacino. La Commissione Europea sta conducendo da qualche anno studi e sperimentazioni per definire un set di indici e indicatori comuni in ambito comunitario, che possano aiutare a costruire una storia del monitoraggio delle siccità in Europa. Gli indicatori allo studio riguardano la situazione meteorologica, la situazione idrologica (indicatori di siccità), la situazione della vegetazione (indicatore misto, in caso di aree coltivate), la disponibilità idrica e l'assetto dello sfruttamento della risorsa (indicatori di carenza idrica).

Alcuni indici sono calcolati direttamente dai centri di ricerca della Commissione; altri, o gli stessi a risoluzione più elevata, vengono richiesti agli stati membri, o sono da questi ultimi calcolati per propria iniziativa.

In base all'ultima versione delle schede relative agli indici per il monitoraggio delle siccità e della carenza idrica, essi dovrebbero essere:

- fAPAR (Fraction of absorbed photosynthetically active radiation)
- H (groundwater level)
- SSPI (standardized snowpack index)
- Soil Moisture
- SPI (Standard Precipitation Index)
- SRI (Standard Runoff Index)
- WEI+ (Water exploitation index)

Nell'ambito della modellistica per la gestione delle magre nel Bacino del Po vengono prodotti e monitorati alcuni indici di siccità, alcuni dei quali corrispondenti a quelli richiesti dal monitoraggio comunitario, ovvero:

- Standard Precipitation Index (SPI),
- Standard Runoff Index (SRI);

vengono inoltre calcolati due ulteriori indicatori, ovvero il "Surface Water Supply Index (SWSI)" e "RUN".

Le schede fornite dalla Commissione Europea sono reperibili sul sito del Blueprint, mentre si rimanda alla letteratura di settore per le metodologie di calcolo, le ipotesi ed i limiti di ciascun indicatore.



3.4. Contenuti dei Drought Management Plans

I contenuti che caratterizzano tale documento sono elencati e descritti nella Guida pubblicata dalla European Expert Network on Water Scarcity and Drought nel 2009, "Drought management plan report¹³", e consistono in:

- caratterizzazione generale del bacino in condizioni di siccità;
- analisi delle esperienze del bacino durante eventi passati;
- caratterizzazione della siccità nel bacino;
- implementazione di un sistema di "Drought Warning";
- programma di misure finalizzate a prevenire e mitigare gli impatti delle siccità, collegato ad un sistema di indicatori;
- definizione della struttura organizzativa del Piano di Gestione delle Siccità (competenze e azioni);
- pianificazione degli aggiornamenti del Piano di gestione delle Siccità
- piani specifici per la fornitura pubblica durante le crisi;
- Gestione delle siccità prolungate, in base all'art. 4.6 della DQA.

Nel bacino del Po, molti dei contenuti richiesti sono già stati sviluppati, nel corso dell'ultimo decennio, per far fronte alle numerose crisi idriche che si sono presentate. In particolare, il già citato Protocollo d'Intesa dell'8 giugno 2005, per l'"Attività unitaria conoscitiva e di controllo del bilancio idrico volta alla prevenzione degli eventi di magra eccezionale nel bacino idrografico del fiume Po", prevede le seguenti azioni:

- istituzionalizzazione del tavolo di tutti i soggetti coinvolti nella gestione e utilizzazione della risorsa idrica nel bacino idrografico e definizione delle procedure ai fini del funzionamento ordinario;
- centralizzazione delle informazioni di monitoraggio in tempo reale relative alla disponibilità della risorsa idrica (afflussi, invasi, deflussi) e alle regolazioni;
- costruzione di strumenti tecnici di supporto alla gestione del bilancio idrico a scala di bacino: strumenti di previsione a breve-medio termine, indicatori di criticità, scenari di evoluzione di evento.

L'accordo ha generato la costituzione di un Comitato tecnico tra i firmatari, con funzioni di supervisione, orientamento, collegamento e consulenza che ha definito apposite "Specifiche tecniche" che descrivono in dettaglio lo sviluppo operativo delle attività e indicano precisamente gli elementi conoscitivi, le modalità e le azioni per raggiungere gli obiettivi prefissati. Le specifiche riguardavano, oltre che gli indicatori di stato delle risorse e delle possibili tendenze evolutive, anche la realizzazione di un sistema di Early Warning, e per la raccolta, elaborazione e restituzione delle informazioni necessarie, nonché eventuali strumenti ed i modelli di simulazione di distribuzione della risorsa nell'ambito d'interesse.

La realizzazione del sistema DEWS-Po è stata seguita anche dallo sviluppo delle linee guida "Le magre del Po: conoscerle per prevederle, cooperare per prevenirle", che forniscono un modello organizzativo di gestione degli stati di siccità basato sui valori assunti dalle variabili di monitoraggio prodotte e previste dal sistema DEWS-Po.

¹³ EC, Technical Report 23, 2008.



In particolare, le linee guida individuano diversi "stati" in cui si può trovare il "sistema bacino", inteso come insieme di idrologia e apparati gestionali, per ciascuno dei quali sono individuate e pianificate corrispondenti azioni che il sistema di gestione deve attuare al fine di mitigare gli impatti della siccità.

Una serie di misure ordinarie o emergenziali sono definite e proposte in base alla situazione di disponibilità idrica momentanea: a tal fine sono definiti:

- i possibili livelli di criticità del sistema fisico, inteso come rete idrografica e territorio servito (*stato del sistema fisico*);
- le azioni da condurre in ciascuno stato del sistema fisico, che nel loro insieme definiscono lo *stato del sistema gestionale*;
- le caratteristiche che devono avere le grandezze (indici, indicatori e soglie) che regolano il passaggio da uno stato all'altro.

Per quanto riguarda i livelli di criticità del sistema fisico essi sono tradotti dalle indicazioni della Guida *Drought Management Plan Report*, e sono così classificati:

- **Normale:** i valori degli indicatori (portate/livelli/volumi/accumuli) sono tali da prevedere la capacità di soddisfare le esigenze idriche del sistema, nei periodi di tempo e nelle aree considerate;
- **Pre-allerta** la domanda è ancora soddisfatta, ma gli indicatori mostrano un trend verso valori più preoccupanti, le previsioni climatiche mostrano ulteriore assenza di precipitazione e/o temperature troppo elevate per il periodo successivo.
- **Allerta:** lo stato di criticità si intensifica: le portate in alveo risultano inferiori alla media, la temperatura elevata determina un fabbisogno idrico superiore alla norma, i volumi accumulati negli invasi e nei serbatoi non sono tali da garantire il completamento della stagione irrigua con tassi di erogazione standard. Sono possibili danni economici e impatti reversibili sull'ambiente.
- **Emergenza:** sono state prese tutte le misure preventive ma prevale uno stato critico non ragionevolmente prevedibile, nel quale la risorsa idrica non risulta sufficiente ad evitare danni al sistema, anche irreversibili. Sussistono le condizioni per la dichiarazione dello stato di siccità prolungata ai sensi dell'art. 4.6 della Dir 2000/60 CE.

I livelli di criticità possono essere ricondotti ai livelli di rischio indicati nella Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 27 febbraio 2004 "Indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico ai fini di protezione civile": ordinario, moderato, elevato e molto elevato.

A ciascuno di questi livelli di criticità corrispondono azioni e misure che divengono via via di maggiore impatto e più coercitive, elencate nel dettaglio nel Piano del Bilancio idrico del distretto del Fiume Po.

"Indici", "indicatori" e relative soglie sono necessari per definire i passaggi da uno stato del sistema all'altro. Riveste particolare rilevanza l'indicatore di "siccità prolungata", che deve essere dichiarato anticipatamente, e che regola la possibilità di accedere alle deroghe agli obiettivi di qualità ai sensi dell'art. 4.6 della Dire 2000/60 CE (si veda "Capitolo 2 - Deroghe al raggiungimento degli obiettivi della DQA art. 4.6").

Per il fine della definizione delle azioni opportune, è invece necessario procedere all'analisi del rischio, individuando gli impatti locali degli episodi di siccità, ed il livello di vulnerabilità del sistema, ovvero comprendere le cause dei citati impatti.

Un approccio internazionalmente riconosciuto per la riduzione del rischio da siccità¹⁴ parte dalla definizione di rischio secondo cui:

¹⁴ L'approccio si è diffuso dagli Stati Uniti in svariati diversi contesti sparsi per tutto il mondo. Per una descrizione sintetica si veda: "How to reduce drought risk" del Western Drought Coordination Council.



$$\text{RISCHIO} = \text{DANNO} \times \text{PROBABILITA'}$$

Danno = numero degli elementi esposti x vulnerabilità degli elementi esposti

Probabilità = probabilità di accadimento dell'evento considerato

Rispettivamente, il danno è proporzionale, la probabilità di accadimento è inversamente proporzionale all'entità o magnitudo dell'evento considerato.

In tale approccio si riconosce che, essendo impossibile ridurre il fattore probabilità dell'evento siccitoso (almeno a breve termine, se non si considerano, cioè, gli effetti delle politiche di mitigazione dei cambiamenti climatici) occorre intervenire sul fattore danno, riducendo la **vulnerabilità**, o il numero, degli elementi esposti.

Per fare ciò vengono pragmaticamente individuate sei azioni conseguenti (*steps*) che i pianificatori devono intraprendere per raggiungere dei buoni risultati:

- individuare il **gruppo adeguato di soggetti** che devono prendere parte al processo, tenendo presente che nel gruppo devono essere rappresentate le conoscenze relative ai temi dell'ambiente, dell'economia e della società.
- Condurre lo **studio di impatto** della siccità: significa censire/esaminare/studiare le conseguenze che l'evento siccitoso ha sul territorio su cui si desidera intervenire. Gli impatti, di cui è disponibile un elenco esaustivo, sono classificati in tre gruppi: economici, ambientali e sociali.
- Redigere una "**classifica**" degli impatti, valutandone l'importanza relativa. Per redigere la classifica, il metodo suggerisce di tenere conto dei seguenti aspetti: costo, estensione areale, evoluzione nel tempo, opinione pubblica, equità, capacità dell'area colpita di recuperare i danni subiti.
- Condurre lo "**studio di vulnerabilità**" dei sistemi: riconosciuti, quantificati e classificati per importanza gli effetti della siccità, lo studio della vulnerabilità ne cerca le cause.
- **Identificazione delle possibili azioni di mitigazione:** con il termine "azioni di mitigazione" (*mitigation actions*) del rischio si allude ad azioni di tipo proattivo, in contrapposizione ad "azioni di riposta" (*response actions*) che servono per contrastare l'evento in corso.
- Stilare un "**Elenco delle misure**" organizzato in base alle fasi temporali del "prima, durante e dopo l'evento". Le misure reattive riguardano la fase di gestione durante l'evento, mentre le altre fasi temporali vanno affrontate in fase proattiva. Le misure devono essere valutate in termini di fattibilità, efficacia, costi ed equità.

Ulteriori analisi di impatto sono state condotte dal Centro Euromediterraneo sui Cambiamenti Climatici e dall'Istituto CERTET dell'Università Bocconi, nell'ambito del progetto europeo DROUGH-R&SPI¹⁵, e riguardano lo studio degli impatti economici delle siccità sui settori produttivi (CERTET) ed in particolare sul settore agricolo (CMCC)¹⁶.

Considerare il tema dei cambiamenti climatici nell'ambito del Piano di Gestione del distretto idrografico del Po (di seguito PdG Po) significa tenere conto degli scenari futuri di previsione di cambiamento climatico ovvero:

1. individuare le pressioni, dirette ed indirette, esercitate sui corpi idrici del distretto dai cambiamenti climatici;
2. individuare i segnali locali che identificano il cambiamento climatico;
3. monitorare gli impatti dei cambiamenti climatici in siti di riferimento;

¹⁵ Massarutto et al - Analysis of historic events in terms of socio-economic and environmental impacts - Technical Report No. 9 DROUGHT-R&SPI Project.

¹⁶ Mysiak, De Salvo, Santato, Anadio - Economic Impacts of Drought on Agriculture - Research Papers Issues RP0206 - December 2013 - Centro Euromediterraneo del Cambiamenti Climatici



4. definire obiettivi di adattamento;
5. prevedere l'andamento dell'economia della domanda e dell'offerta di risorsa idrica, al fine di verificarne la vulnerabilità ai cambiamenti climatici;
6. verificare l'efficacia delle misure del Programma di Misure (PdM) del PdG Po rispetto agli obiettivi di adattamento (*climate check*);
7. individuare ed assegnare una priorità elevata a quelle misure di adattamento di semplice attuazione e che risultano efficaci su più fronti, dette *misure robuste*;
8. massimizzare i benefici inter-settoriali derivanti dall'adattamento e contrastare potenziali effetti intersettoriali negativi derivanti da pratiche di *cattivo adattamento*;
9. gestire il rischio di alluvione;
10. gestire le siccità e la carenza idrica¹⁷.

¹⁷ [WFD reporting guidance 2016](#), (Document Draft v. 4.0 - July 2014).