



**REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA**

PRESIDENZA

Direzione generale agenzia regionale del distretto idrografico della Sardegna

Servizio tutela e gestione delle risorse idriche, vigilanza sui servizi idrici e gestione delle siccità

COMITATO ISTITUZIONALE DELL'AUTORITÀ DI BACINO DELLA SARDEGNA

DELIBERAZIONE N. 1 DEL 17 MAGGIO 2017

Programmazione risorse idriche e definizione del piano per il recupero dei costi relativi ai servizi idrici per l'acqua all'ingrosso in capo ad ENAS per l'anno 2017– Commi 1 e 2 dell'art. 17 della L.R. n. 19/2006.

ALLEGATO A) - Programmazione delle risorse idriche per l'anno 2017 - Rapporto sullo stato di criticità del sistema di approvvigionamento idrico multisettoriale regionale e indirizzi operativi sulle attività e sugli interventi di mitigazione (aggiornato al 30 aprile 2017).

1 Premessa

Il presente Rapporto ripercorre l'analogo documento del 15 ottobre 2016, confermando e ripetendo tutte le considerazioni di carattere generale e metodologico, per una comodità di lettura, ma aggiornando tutte le elaborazioni sulla base dell'aggiornamento dei dati climatici e dei parametri operativi e gestionali, con particolare riferimento alla consistenza delle riserve idriche accumulate negli invasi del sistema idrico multisettoriale regionale.

E' impossibile prevedere con assoluta precisione e in ogni suo aspetto le prestazioni di un dato sistema di approvvigionamento idrico in futuro. Tali sistemi sono soggetti alle variazioni dell'input (apporti idrici naturali) e al fatto che devono soddisfare domande caratterizzate anch'esse da fluttuazioni ed incertezze. I responsabili della gestione delle risorse idriche e i decisori istituzionali devono confrontarsi con problematiche legate al rischio e all'incertezza.

Meglio si analizzano e si comprendono tali rischi e incertezze meglio si sviluppano gli atti di pianificazione, di progettazione e di gestione per ridurre tali fattori. Gli utenti dei servizi idrici devono essere consapevoli che non può esistere la certezza di una disponibilità di acqua illimitata senza vincoli e senza rischi (alluvioni, siccità, inquinamenti). Così come nessuno può disporre pienamente per usi ricreativi di laghi, fiumi e torrenti.

La conoscenza per trattare correttamente i rischi e le incertezze spesso deriva da passate esperienze, osservazioni e registrazioni. Comunque tali dati non sono abbastanza estesi nel tempo da poter prevedere adeguatamente il futuro in merito allo sviluppo demografico ed alla sua distribuzione spaziale, alla matrice dei fabbisogni idrici, allo sviluppo socio-economico ed alle fluttuazioni ed ai cambiamenti climatici.

E' perciò cruciale comprendere l'origine delle incertezze e imparare come analizzarle, internalizzarle nei processi decisionali e far fronte ai rischi che crescono con queste incertezze. L'incertezza può dipendere dalla variabilità intrinseca del processo o dalla scarsa conoscenza del processo stesso.

A volte si devono affrontare decisioni che hanno consistenti conseguenze e che comportano spese non trascurabili senza conoscere con adeguata certezza la dimensione di tali conseguenze e spese. L'origine dell'incertezza nell'ambito dei sistemi idrici comprende la mancanza dei dati o la presenza di dati, casuali o sistematici, nell'acquisizione dei dati, l'impossibilità di predire i processi futuri che determineranno l'assetto della domanda di risorsa idrica e l'incertezza in merito alle variazioni dei processi fisici naturali del ciclo dell'acqua. Un'altra fonte di incertezza è l'incertezza sia sulle dinamiche sociali, sia sul comportamento del mercato e sia sullo sviluppo di tecniche innovative con la loro percezione ed uso e il loro impatto sull'ambiente.

Al fine di predisporre un quadro di riferimento per affrontare l'attuale situazione di criticità nelle scorte idriche regionali è stato sviluppato il presente rapporto che ha lo scopo sulla base degli elementi di conoscenza disponibili di evidenziare i principali elementi utili e le linee di indirizzo per la definizione delle necessarie contromisure.

In relazione al suo ruolo centrale nella definizione dei bilanci idrici sostenibili per i diversi schemi idrici che costituiscono il Sistema Idrico Multisettoriale Regionale si provveduto a verificare l'erogabilità dei diversi sistemi (schemi e sottoschemi) e ad analizzare l'attuale situazione climatica, nell'ambito delle significative fluttuazioni che condizionano annualmente l'entità delle risorse idriche disponibili.

Le elaborazioni effettuate, mediante la predisposizione di uno specifico modello di simulazione, costituiscono la base metodologica per definire le risorse effettivamente disponibili nell'assetto attuale

e nel breve periodo, in coerenza con i criteri definiti dagli atti di pianificazione fin qui adottati, a partire dal più recente aggiornamento del Piano di Gestione del Distretto di cui alla direttiva 2000/60/CE, che ha confermato quanto previsto dal Piano Stralcio per l'Utilizzazione delle Risorse Idriche in Sardegna (PSURI).

2 LA MODELLAZIONE IDROLOGICA ADOTTATA

2.1 *Indagine Pluviometrica*

L'analisi sulla stazionarietà delle serie di precipitazione e di deflusso riportate negli atti di pianificazione generale evidenziano significativi segnali di non stazionarietà delle serie storiche delle portate dei principali corsi d'acqua della Sardegna.

Tale aspetto non può essere considerato secondario ai fini della modellazione degli schemi multi-settoriali per l'utilizzazione delle risorse idriche.

Appare quindi necessario valutare l'elasticità della media delle portate dei corsi d'acqua al variare della precipitazione media.

A tale proposito si ricordano i diversi studi a tal fine pubblicati per numerose aree territoriali. A titolo esemplificativo si cita la pubblicazione "Estimation of rainfall elasticity of streamflow in Australia" (Hydrological Sciences Journal – agosto 2006) nella quale sulla base di un'analisi effettuata su 219 bacini idrografici è emerso che il coefficiente di elasticità dei deflussi in rapporto a quello della pioggia vale circa 2-3.5 volte. Ciò significa che una variazione del 10% della pioggia annua determina una variazione dal 20% al 35% del valore di deflusso annuo.

Preliminarmente è quindi necessario analizzare l'andamento delle piogge nell'isola con particolare riferimento alle aree idrografiche interessate dai principali serbatoi di regolazione del sistema multisettoriale.

Per poter contare su una serie di osservazioni disponibili fino, sostanzialmente, alla data odierna si è concentrata l'analisi sulla rete di stazioni in telelettura per le quali, per i periodi precedenti all'entrata in servizio, si sono "associate" le più prossime e simili stazioni pluviometriche tradizionali del Servizio Idrografico della Sardegna.

L'elenco delle stazioni utilizzate, con la relativa corrispondenza tra stazione tradizionale e stazione in tempo reale è riportato nella tabella seguente.

Stazioni analizzate - Anni idrologici dal 1922-23 al 2014-2015			
N.	Stazione in tempo reale	Comune	Stazione associata tradizionale
Vari fra Tirso e Temo			
1	Badde Urbara	Santulussurgiu	Santulussurgiu
2	Bauladu	Bauladu	Bauladu
3	Putzuidu	S.Vero Milis	Riola Sardo
Temo			
4	Badu Crabolu	Suni	Sindia
5	Bosa Marina	Bosa	Bosa Marina
6	Montresta	Montresta	Montresta
7	Pozzomaggiore	Pozzomaggiore	Pozzomaggiore
8	Villanova Monteleone	Villanova Monteleone	Villanova Monteleone
Cuga e vari			
9	Alghero	Alghero	Alghero aggregata
10	Stintino	Stintino	Stintino
Mannu di Porto Torres e vari			
11	Mannu di Porto Torres	Ittiri	Uri
12	Osilo	Osilo	Osilo
13	Ossoni	Castelsardo	S.G.Coghinas
14	Pianu	Bessude	Pianu
15	Porto Torres	Portotorres	Portotorres
16	Sassari	Sassari	Sassari
Coghinas			
17	Ardara	Ardara	Ardara
18	Coghinas	Perfugas	Coghinas
19	Fraigas	Ozieri	Fraigas
20	Martis	Martis	Martis
21	Oschiri	Oschiri	Oschiri
22	Torralba	Torralba	Torralba
Liscia - Padrongianu e vari			
23	Aglientu	Aglientu	Aglientu
24	Golfo Aranci	Golfo Aranci	Olbia
25	La Maddalena	La Maddalena	Guardia Vecchia
26	Monte Petrosu	Loiri Porto S.Paolo	Monte Pedrosu
27	Monti	Monti	Monti
28	Paduledda	Trinita' d'Agultu	Codaruina
29	Sa Pianedda	Padru	Padru
30	Tempio	Tempio Pausania	Tempio
Posada e vari			
31	Ala' dei Sardi	Ala' dei Sardi	Ala' dei Sardi
32	Mamone	Onani'	Lodé
33	Siniscola	Siniscola	S L.di Siniscola
Cedрино			
34	Farcana	Nuoro	Nuoro
35	Genna Silana	Urzulei	Genna Silana
36	Lula	Lula	Lula
37	Mamoiada	Mamoiada	Mamoiada
38	Orosei	Orosei	Orosei
39	Orune	Orune	Orune
Vari fra Cedрино e Flumendosa			
40	Baunei	Baunei	Baunei
41	Jerzu	Jerzu	Jerzu
42	Lanusei	Ilbono	Lanusei
43	Punta Tricoli	Gairo	Sicca d'Erba
44	Tertenia	Tertenia	Tertenia

Stazioni analizzate - Anni idrologici dal 1922-23 al 2014-2015			
N.	Stazione in tempo reale	Comune	Stazione associata tradizionale
Flumendosa			
45	Ballao	Ballao	Ballao
46	Bau Mandara	Villagrande Strisaili	Bau Mandara
47	Escalaplano	Escalaplano	Escalaplano
48	Flumini Uri a S. Vito	S. Vito	Muravera
49	Monte sa Scova	Aritzo	Cossatzu
50	Sadali	Sadali	Sadali
Picocca e vari			
51	Campuomu	Sinnai	Campuomu
52	Minni Minni	Villasimius	Castiadas
53	San Priamo	S.Vito	M. Acuto
54	Serpeddi' Meteo	Sinnai	Burcei
Fluminimannu			
55	Cagliari	Cagliari	Cagliari
56	Fluminimannu a Decimomannu	Decimomannu	Decimomannu
57	Fluminimannu a Furtei	Furtei	Villamar
58	Mandas	Mandas	Mandas
59	Nuraminis	Nuraminis	Nuraminis
60	Sanluri O.N.C.	Sanluri	Sanluri
61	Senorbi	Senorbi'	Senorbi'
62	Vallermosa	Vallermosa	Vallermosa
63	Villasor	Villasor	Villasor
Cixerri			
64	Campanasissa	Siliqua	Campanasissa
65	Iglesias	Iglesias	Iglesias
Vari fra Cixerri e Palmas			
66	Capoterra	Capoterra	Capoterra
67	Is Cannoneris	Pula	Is Cannoneris
68	Porto Pino	Sant'Anna Arresi	Porto Pino
69	Pula	Pula	Pula
70	Sant'Antioco	Sant'Antioco	Sant'Antioco
Palmas e Flumentepido			
71	Flumentepido	Carbonia	Flumentepido
72	Santadi	Santadi	Santadi
Mogoro e vari			
73	Santa Maria di Neapolis	Guspini	Uras
74	Sardara	Sardara	Sardara
75	Terramaistus a Gonnosfanadiga	Gonnosfanadiga	Gonnosfanadiga
76	Villa Verde	Villaverde	Villa Verde
Tirso			
77	Abbasanta	Abbasanta	Abbasanta
78	Flumineddu ad Allai	Allai	Allai
79	Fonni	Fonni	Fonni
80	Laconi	Laconi	Laconi
81	Macomer	Macomer	Macomer
82	Orani	Orani	Orani
83	Oristano	Oristano	Oristano
84	Osidda	Osidda	Osidda
85	Samugheo	Samugheo	Samugheo
86	Sedilo	Sedilo	Sedilo
87	Tirso a rifornitore Tirso	Illorai	Rifornitore Tirso

Con lo scopo di differenziare l'analisi per le diverse zone dell'isola si è ritenuto sufficientemente rappresentativo fare riferimento alle zone di allerta oggi utilizzate dalla Regione Sardegna ai fini di Protezione Civile, nel seguito elencate e rappresentate nella successiva figura:

COD_AREA	NOME_AREA	Superficie (Kmq)
Sard-A	Iglesiente	2510
Sard-B	Campidano	2540
Sard-C	Bacini Montevecchio-Pischilappiu	2350
Sard-D	Bacini Flumendosa-Flumineddu	5080
Sard-E	Bacino del Tirso	3340
Sard-F	Gallura	3290
Sard-G	Logudoro	4750



Al fine di procedere all'analisi sono state quindi calcolate le serie storiche delle altezze di pioggia annue per anno idrologico (ottobre-settembre) estese per 93 anni dal 1922-23 al 2015-16 per ciascuna area idrografica sopra descritta e per l'intera regione.

Nello studio idrologico adottato nel Piano Stralcio Direttore delle Risorse Idriche si è proceduto ad individuare la struttura del "kernel" ("nucleo") della variabile statistica, evidenziando la sua evoluzione nel corso del periodo osservato. Il kernel smoothing è uno strumento statistico standard utilizzato per filtrare il rumore a più alta frequenza di una serie temporale per evidenziare le variazioni a bassa frequenza.

Si è utilizzato un kernel quadratico (o di Epanechnikov). L'ampiezza di banda è λn , cioè, in questo caso, vale, ad esempio, $0.2 \cdot 80 = 16$ anni. La procedura è simile ad una media mobile di +/- 16 ritardi. Ma, poiché i pesi tendono a ridursi con l'aumentare della distanza temporale dall'istante interessato, l'estensione dell'intervallo è sostanzialmente inferiore a quella della corrispondente media mobile convenzionale.

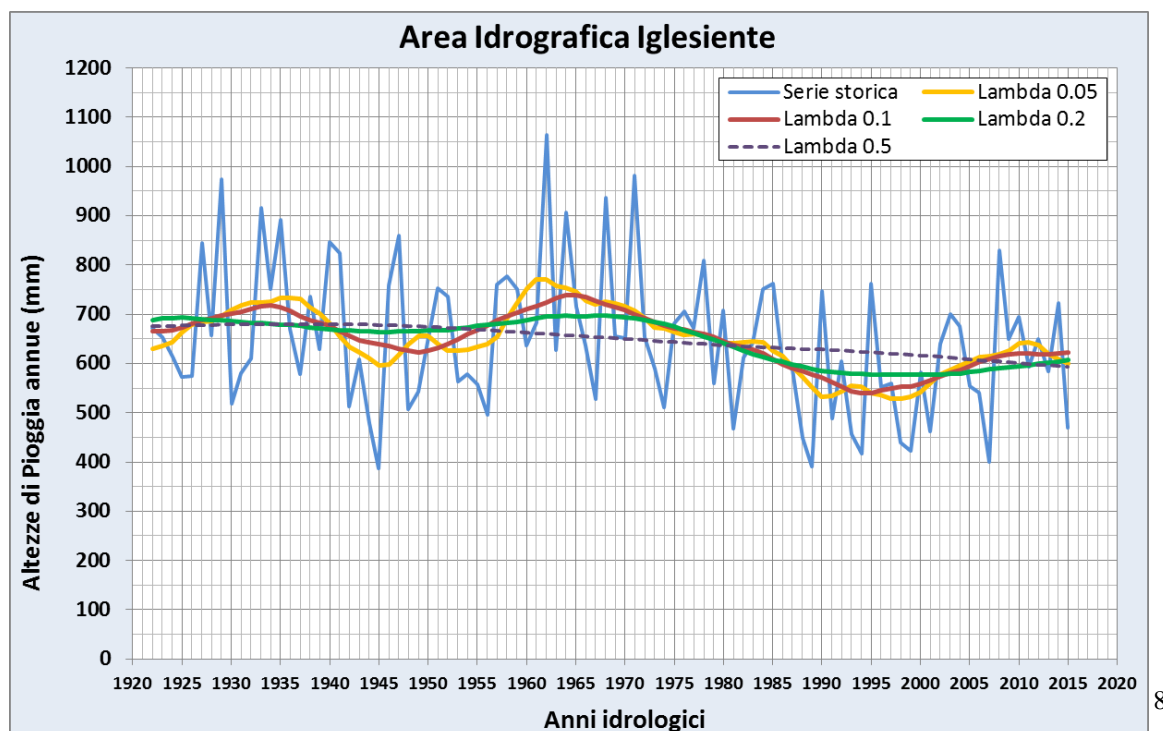
Il valore del kernel smoothing all'istante t vale:

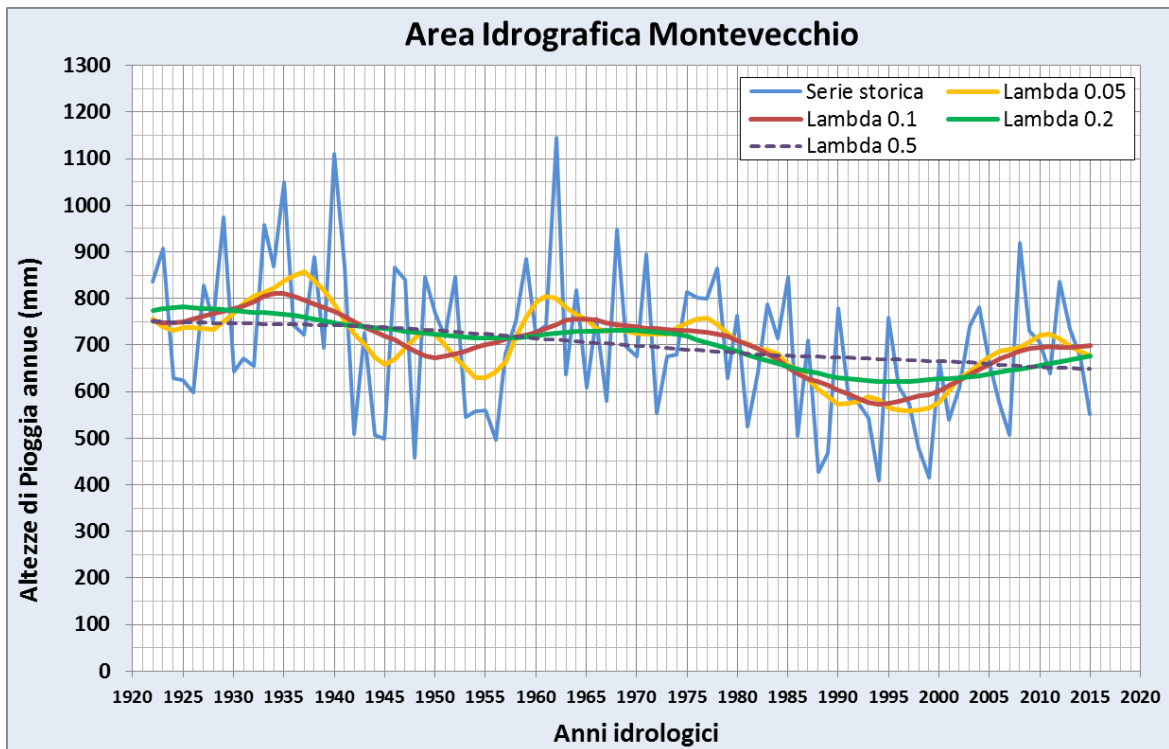
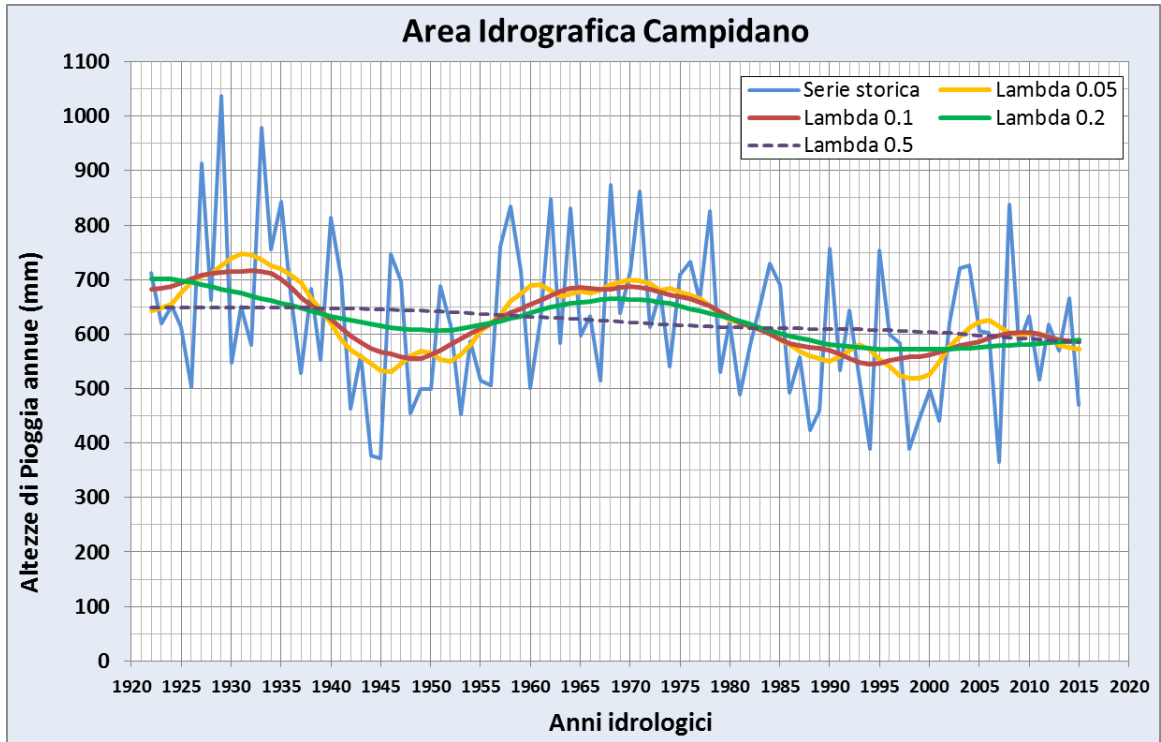
$$y_t = \frac{\left(\sum_{s=1}^n y_s K\left(\frac{s-t}{\lambda n}\right) \right)}{\left(\sum_{s=1}^n K\left(\frac{s-t}{\lambda n}\right) \right)}$$

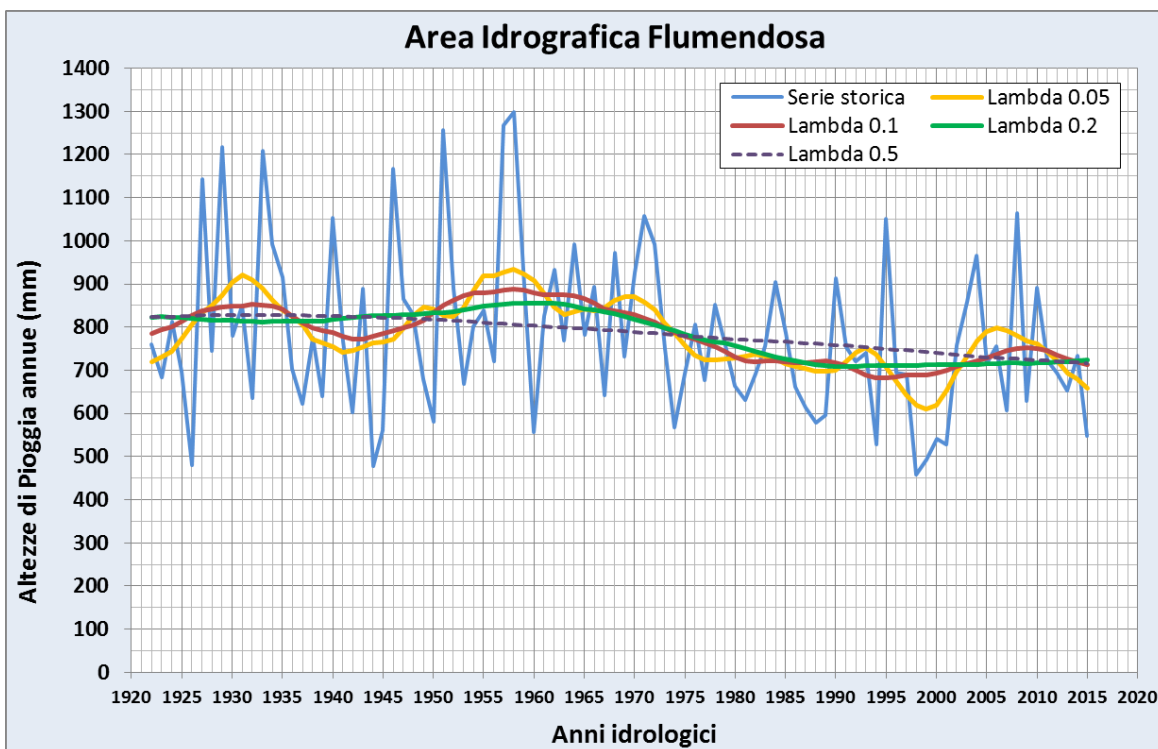
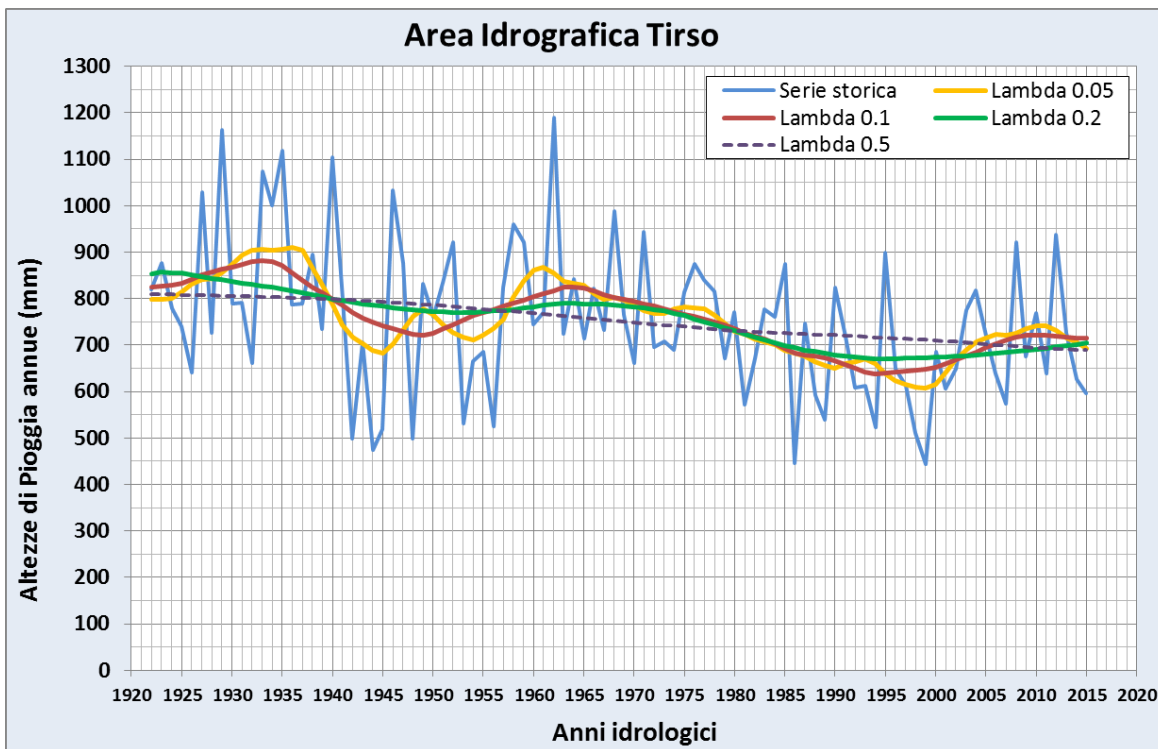
dove la funzione kernel simmetrica è la quadratica (o di Epanechnikov) funzione data da

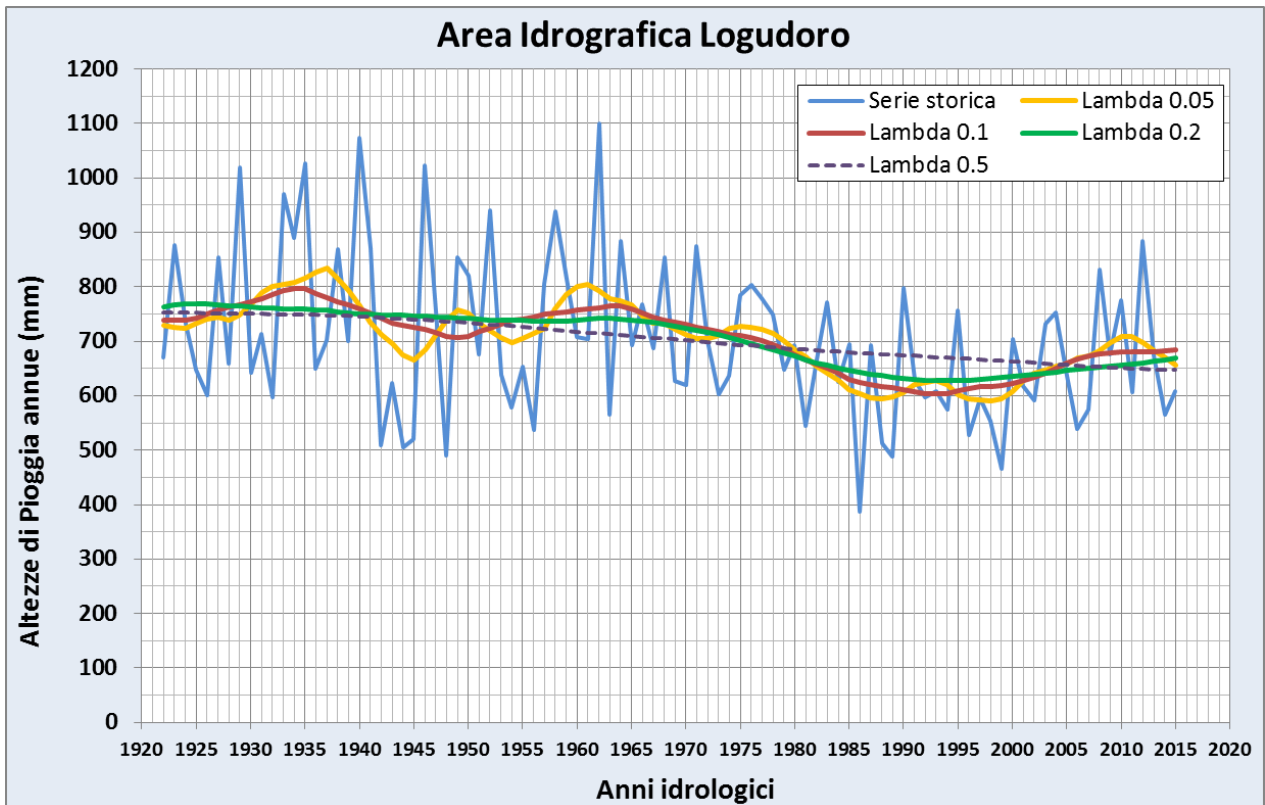
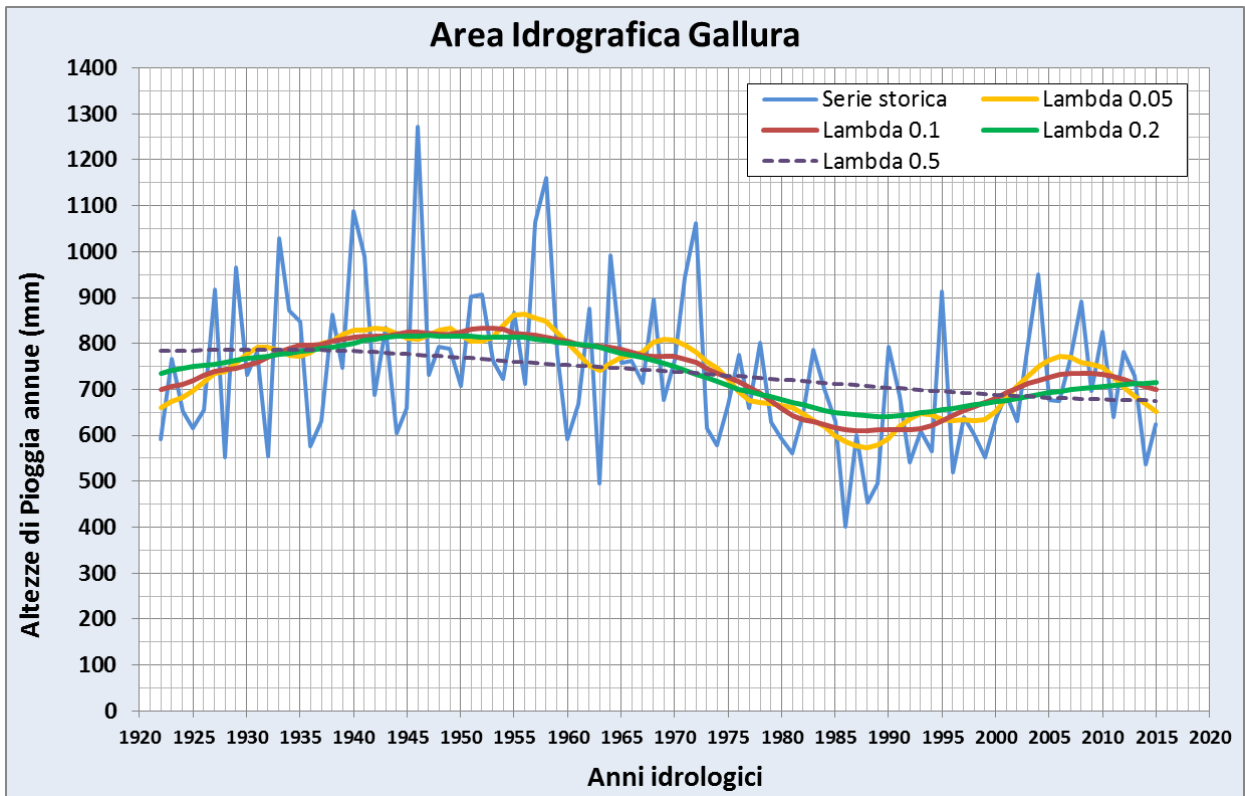
$$K(x) = \max(0, (1 - x^2))$$

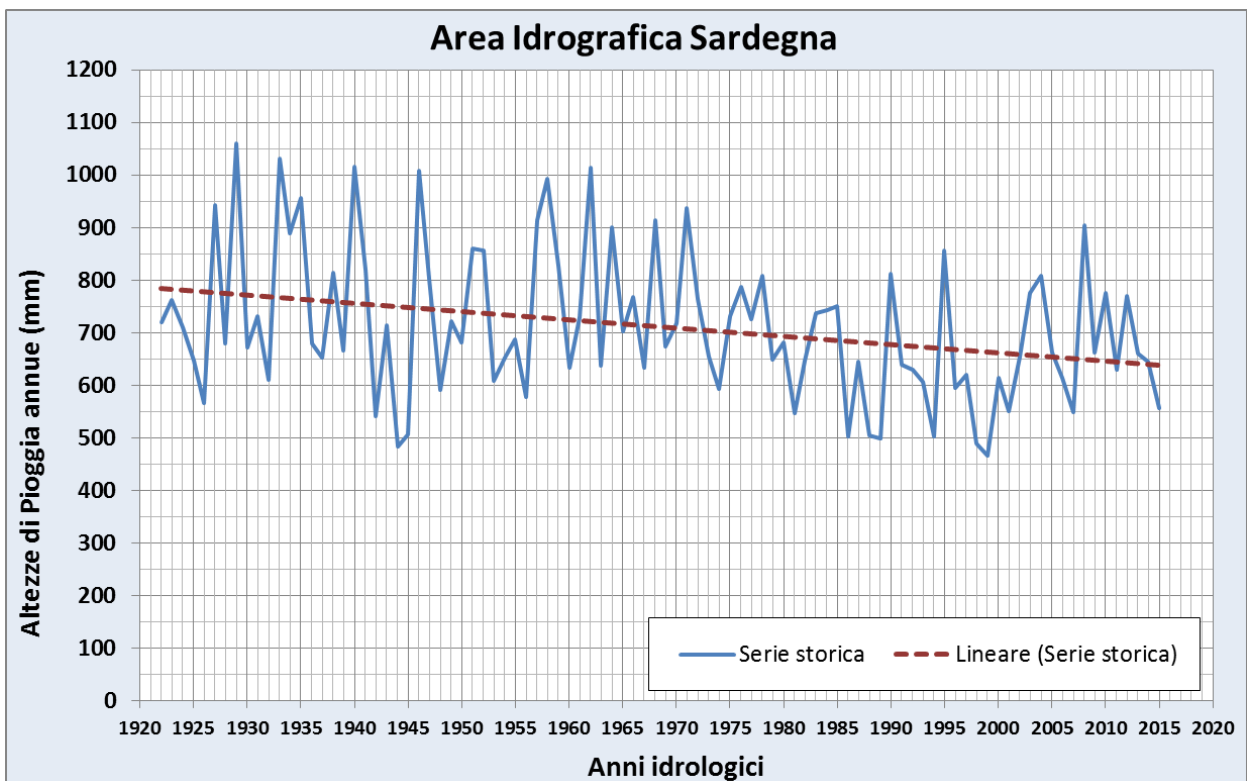
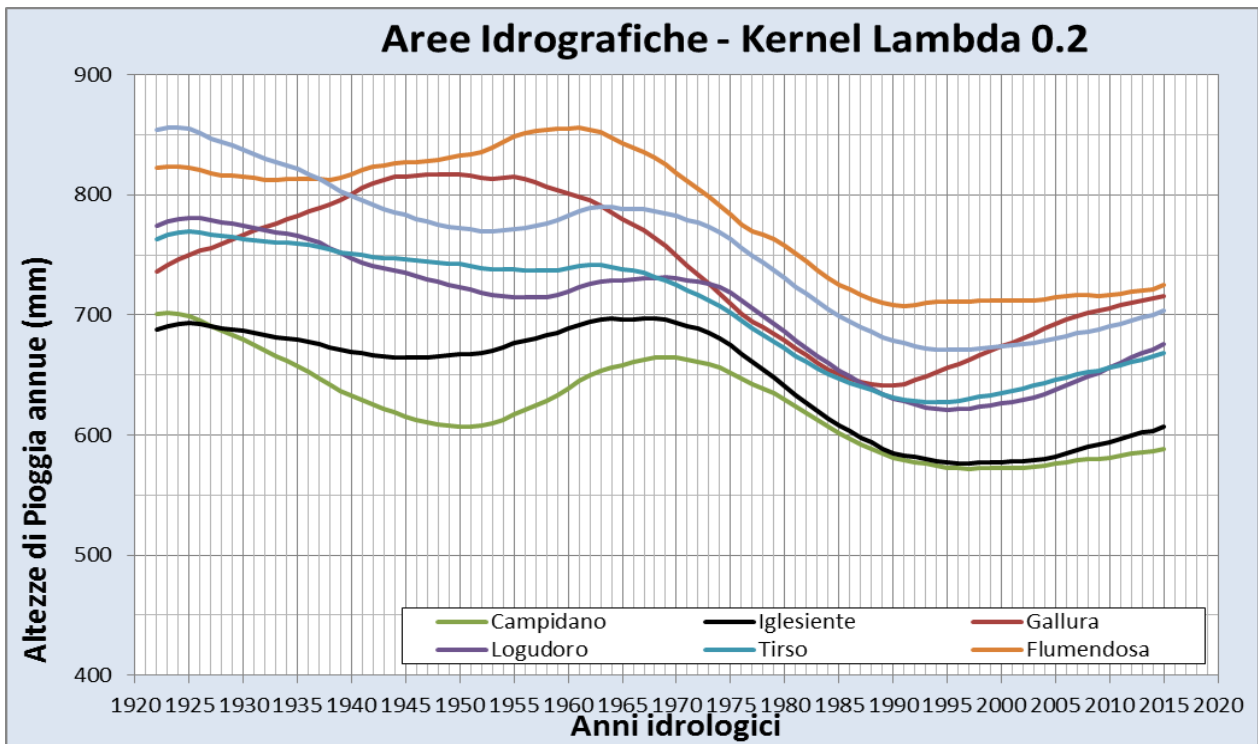
Si è ora proceduto ad aggiornare l'analisi e nei grafici seguenti sono mostrati per le diverse aree idrografiche gli andamenti delle funzioni Kernel rispettivamente per i valori di λ pari a 0.2, 0.1 e 0.05.











Come si può notare risultano evidenti due elementi, il primo è la fluttuazione del valor medio, con un significativo carattere di persistenza ed il secondo l'esistenza di un complessivo trend lineare negativo.

Per il primo elemento si procederà ad un'ulteriore analisi nel seguito, per il secondo il fenomeno viene evidenziato sulla serie storica dei valori medi regionali che mostrano un trend dovuto ad una riduzione delle altezze di pioggia di circa 150 mm in 93 anni di osservazione, con una riduzione dal valore iniziale di quasi il 20% e una tendenza negativa di circa 1.6 mm all'anno.

Per il primo aspetto si ricorda che, al fine di valutare le reali capacità di erogazione dei sistemi di approvvigionamento multisettoriale dell'isola, come noto basati su grandi serbatoi a regolazione pluriennale in parte tra loro interconnessi, una particolare attenzione meritano le caratteristiche di correlazione seriale dei valori di afflusso e deflusso annui, per anno idrologico, che ove rivelino un certo grado di persistenza o di periodicità pluriennale, ancorché debole, possono influire in misura non trascurabile sulle effettive risorse disponibili.

Onde approfondire la questione, così come già effettuato nell'ambito dello Studio dell'Idrologia Superficiale della Sardegna (Casmez, RAS, Ente Flumendosa, 1981 – Carlo Cao Pinna, et al.) si è ritenuto interessante utilizzare l'analisi suggerita per la prima volta da Hurst (The Long-Term Storage Capacity of Reservoirs, 1951) che consente di avere una misura parametrica del fenomeno in modo del tutto diretto.

Viene, infatti, analizzata la variabile "capacità del serbatoio necessaria alla regolazione totale" determinata in base all'andamento dei totali annui della grandezza in studio, ed rappresentato il relativo comportamento al variare del numero degli anni di osservazione.

La formula di Hurst determinata teoricamente per un processo stazionario, normale e totalmente casuale, valida per n grande, vale:

$$R/S = m[C_n]/\sigma = (n\pi/2)^{0.5}$$

dove C_n è la capacità di regolazione totale e σ lo scarto quadratico medio della serie considerata, relativamente agli n anni di osservazione e avendo indicato con $m[]$ l'operatore media.

Tale studio dette vita a una metodologia statistica, applicabile a numerosi fenomeni naturali, per distinguere le serie "casuali" da quelle "non casuali" e per identificare la persistenza di trends.

Successivamente, Benoit Mandelbrot, investigando sulla natura frattale degli indici finanziari rilevò il potenziale della formula di Hurst e indicò l'esponente della formula quale misura della memoria di lungo termine delle serie temporali.

Oltre all'esponente di Hurst, Mandelbrot coniò due termini utili a descrivere il fenomeno: effetto "Giuseppe" e effetto "Noè". L'effetto "Giuseppe" indica che gli andamenti di una serie temporale sono parte di un trend di lungo termine e si riferisce al Vecchio Testamento dove si racconta che in Egitto si erano registrati sette anni di ricchi raccolti seguiti da sette anni di carestia.

Al contrario l'effetto "Noè" è la tendenza di una serie temporale ad avere repentini cambiamenti. Entrambi questi effetti possono essere individuati tramite l'esponente di Hurst.

Per una serie di osservazioni l'esponente di Hurst è stimato con la seguente procedura. Si divide la serie in un numero di subserie di lunghezza più breve della serie completa e per ciascuna di queste è

calcolato il valore di R/S. Quindi si stima l'esponente mediante una procedura di regressione, mediante una legge di potenza, dei valori di R/S calcolati e le lunghezze n delle diverse subserie utilizzate.

Usando l'esponente di Hurst le serie temporali possono essere classificate in diverse tipologie e possono essere evidenziate alcune loro dinamiche. In particolare possono essere definiti i seguenti profili caratteristici.

Serie completamente casuali. Per tali serie non vi sono correlazioni tra le osservazioni attuali e quelle future. L'esponente di Hurst è prossimo a 0.5.

Serie temporali antipersistenti. In una serie antipersistente un incremento sarà più facilmente seguito da un decremento o viceversa. Quindi i valori tenderanno ad alternarsi intorno alla media. Un valore dell'esponente di Hurst compreso tra 0 e 0.5 è indicativo di un comportamento antipersistente; più vicino è il valore a 0 e più forte è tale tendenza.

Serie temporali persistenti. In una serie temporale persistente un incremento in valore sarà seguito più facilmente da un analogo incremento nel breve periodo e un decremento da un analogo decremento nel breve periodo. Un valore dell'esponente di Hurst compreso tra 0.5 e 1 indica un comportamento persistente; più vicino è il valore a 1 e più forte è tale tendenza.

L'esponente di Hurst è quindi un utile metodo statistico per descrivere la proprietà di una serie temporale senza dover fare assunzione sulla sua stazionarietà ed è molto utile, in associazione con altri indicatori, per assumere delle decisioni influenzate dalle caratteristiche di evoluzione temporale dei fenomeni osservati.

Applicando tale metodologia ai valori ragguagliati di precipitazione (afflussi) per le diverse aree idrografiche della Sardegna si hanno i seguenti risultati.

COD_AREA	NOME_AREA	Superficie (Km²)	Precipitazione media annua (mm)	Indice di Hurst	Indice di Hurst (Trasformata Logaritmica)
Sard-A	Iglesiente	2510	648.5	0.74	0.76
Sard-B	Campidano	2540	625.7	0.70	0.70
Sard-C	Bacini Montevecchio-Pischilappiu	2350	704.6	0.74	0.76
Sard-D	Bacini Flumendosa-Flumineddu	5080	784.7	0.77	0.76
Sard-E	Bacino del Tirso	3340	755.6	0.75	0.74
Sard-F	Gallura	3290	736.8	0.89	0.90
Sard-G	Logudoro	4750	705.1	0.77	0.77

Considerata che l'assunzione di normalità è fondamentale per la valutazione dell'indicatore, si è proceduta alla stima sia sulle serie naturali e sia sulla trasformata logaritmica, pervenendo sostanzialmente agli stessi risultati.

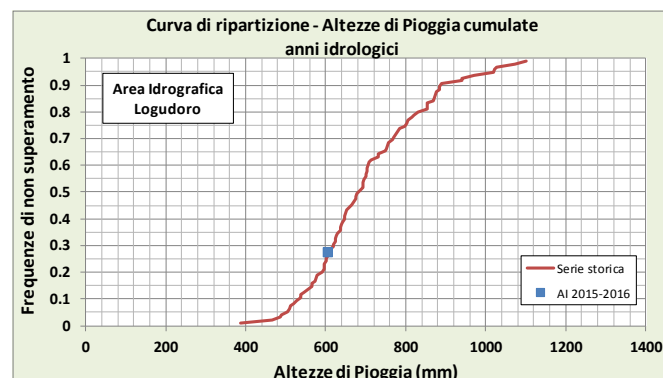
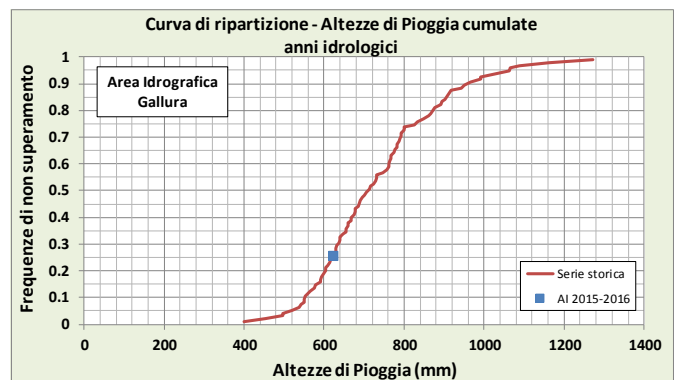
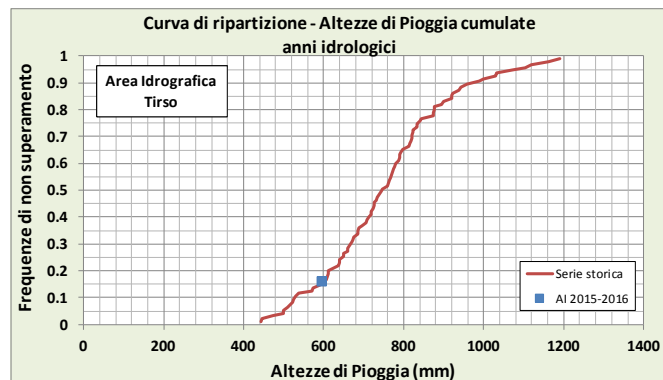
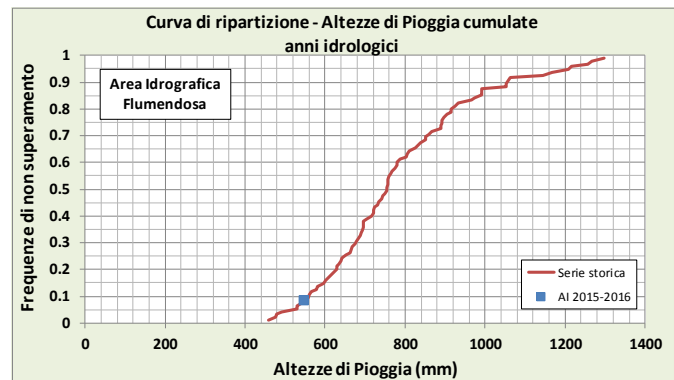
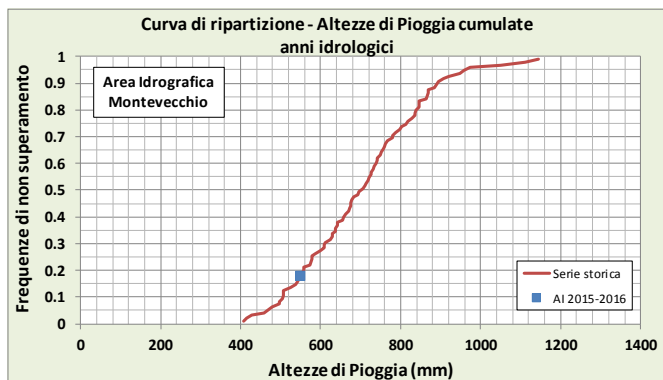
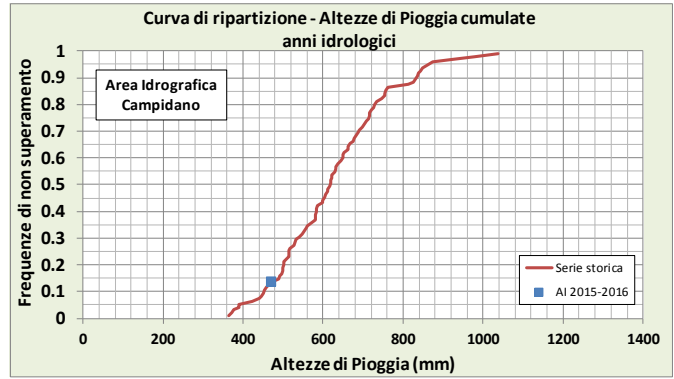
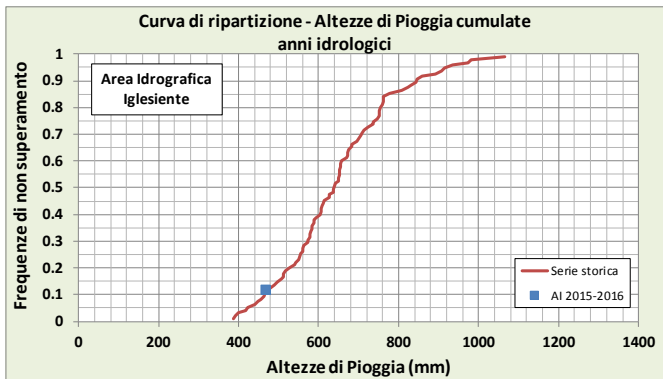
Alla luce di tali elementi emerge con chiarezza che le serie temporali di precipitazione annua sono caratterizzate da una significativa persistenza che si accentua ulteriormente per l'area idrografica della Gallura.

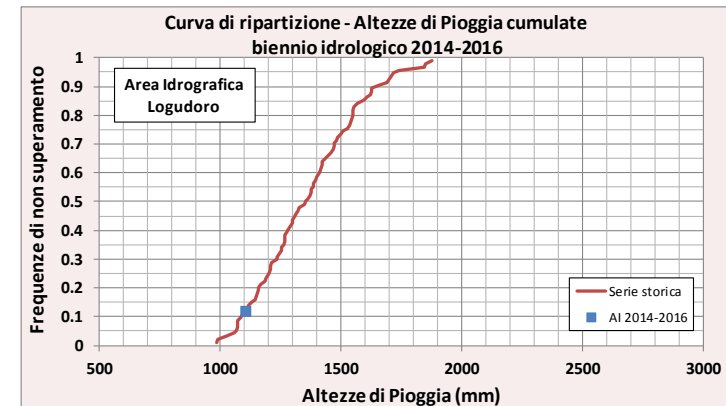
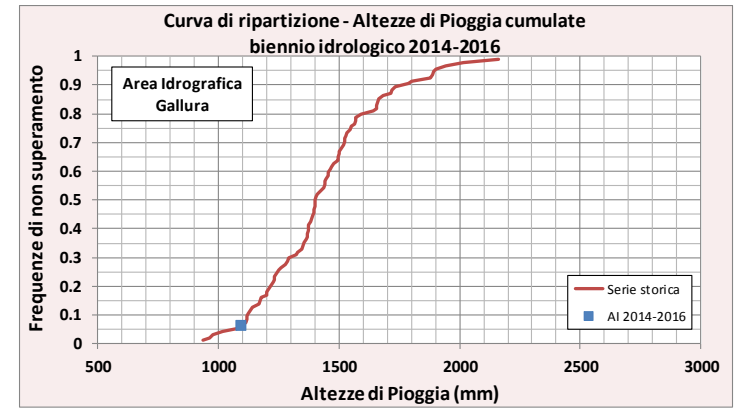
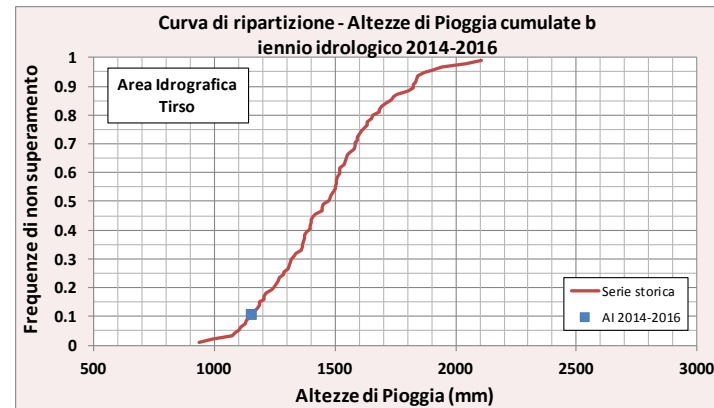
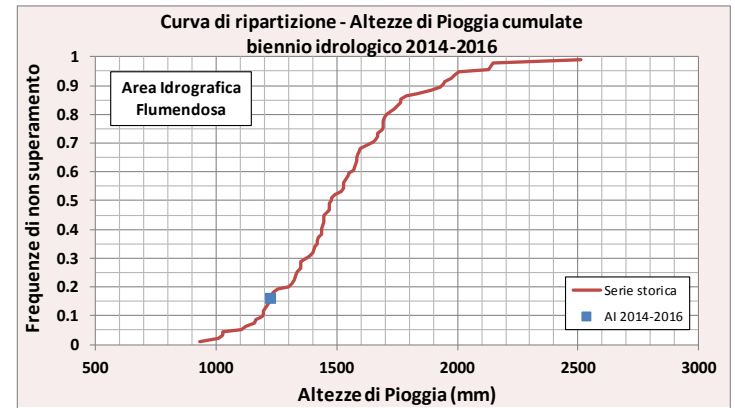
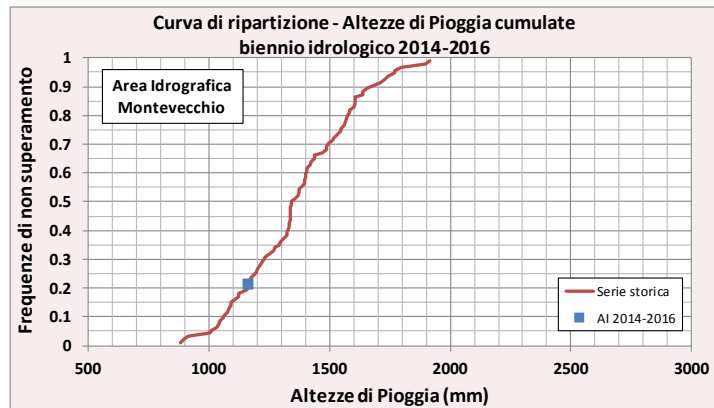
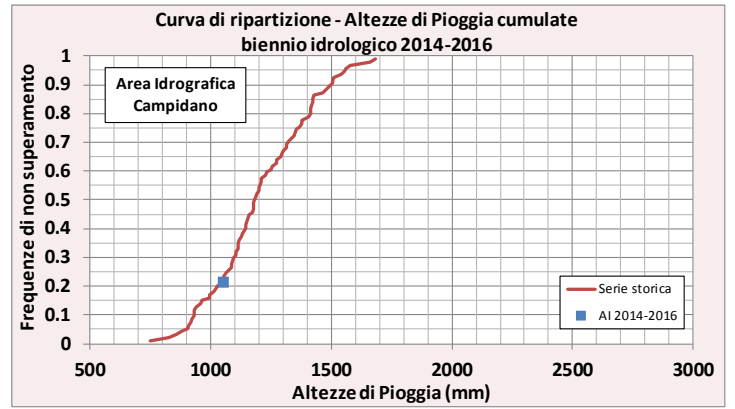
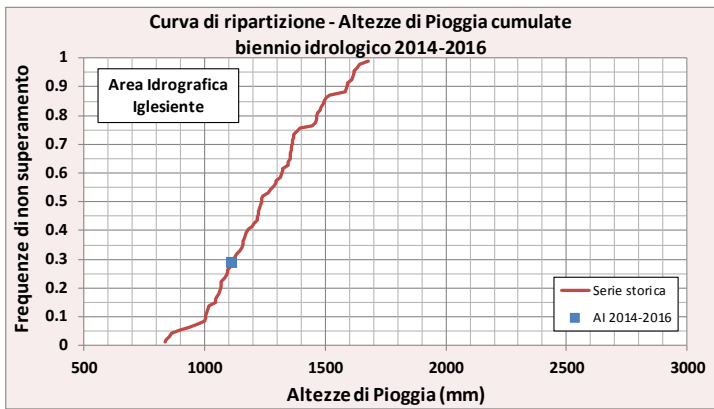
Tale aspetto non può certamente essere trascurato nel sistema di supporto alle decisioni in merito alla valutazione della disponibilità di risorsa idrica dai diversi schemi idraulici dell'isola, ricordando ancora

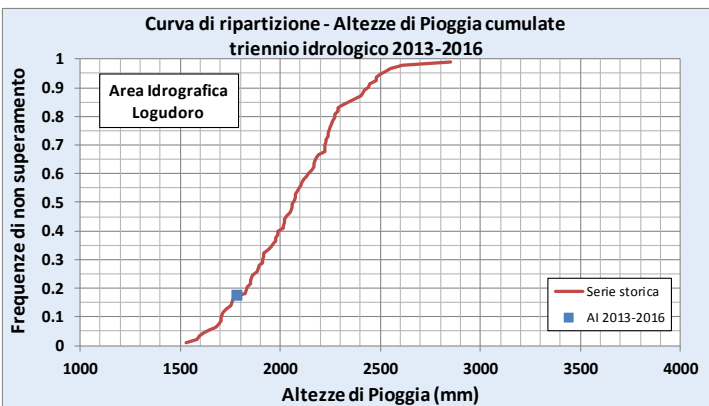
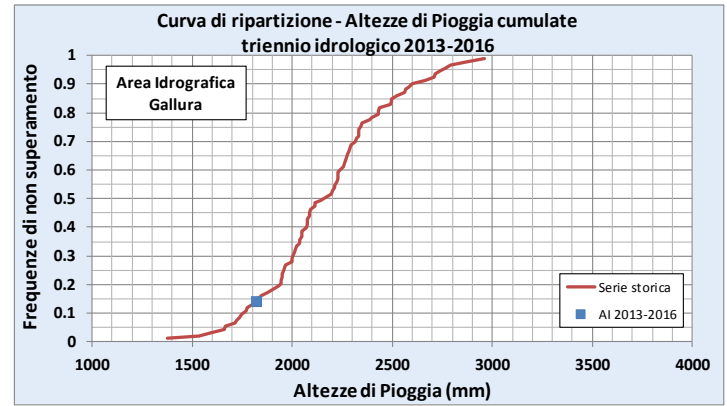
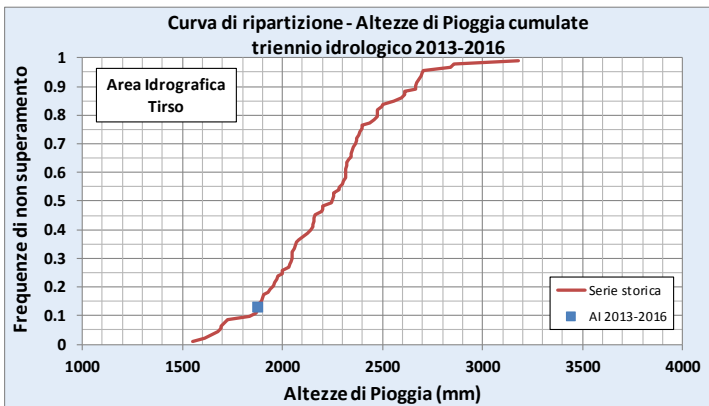
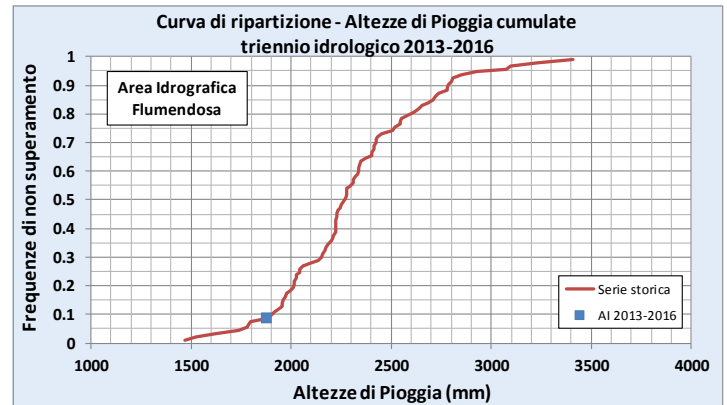
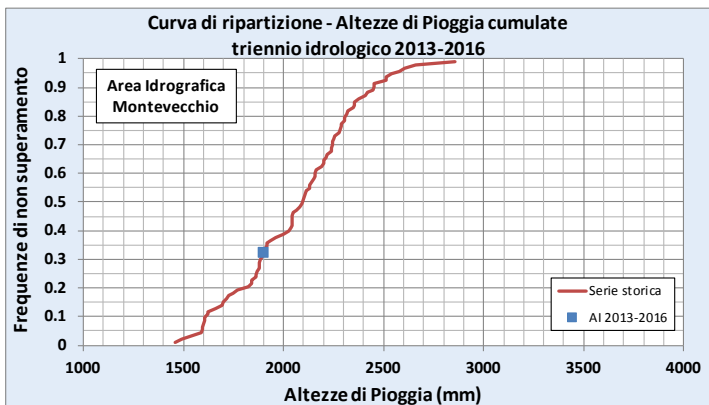
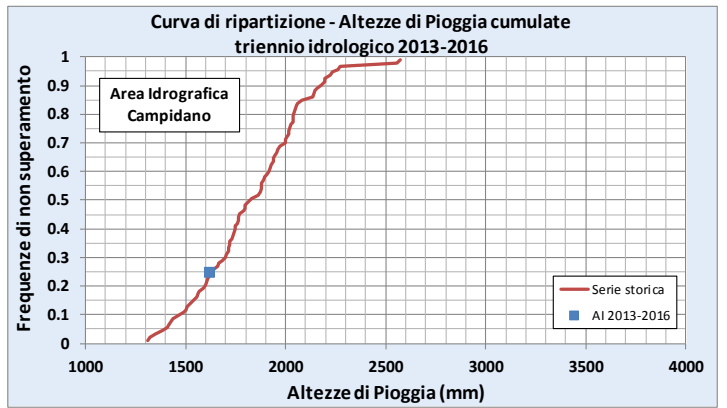
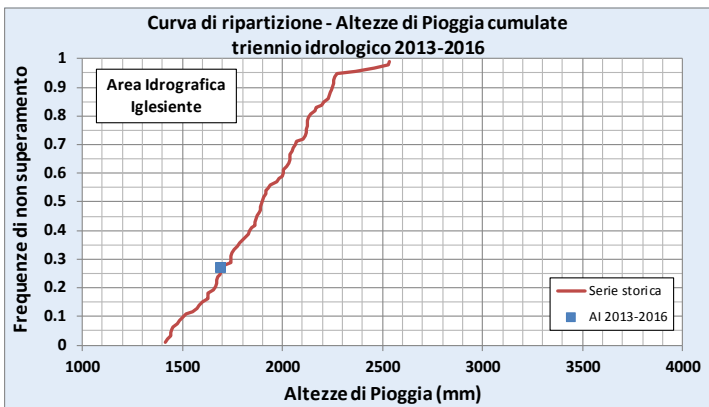
che le variazioni nelle precipitazioni hanno un effetto ancora più rilevante sulle portate dei corsi d'acqua e quindi sugli apporti ai serbatoi artificiali.

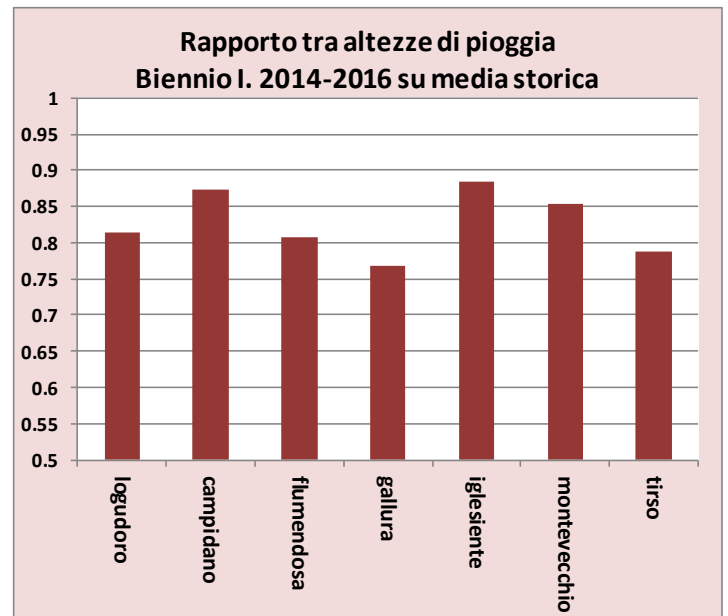
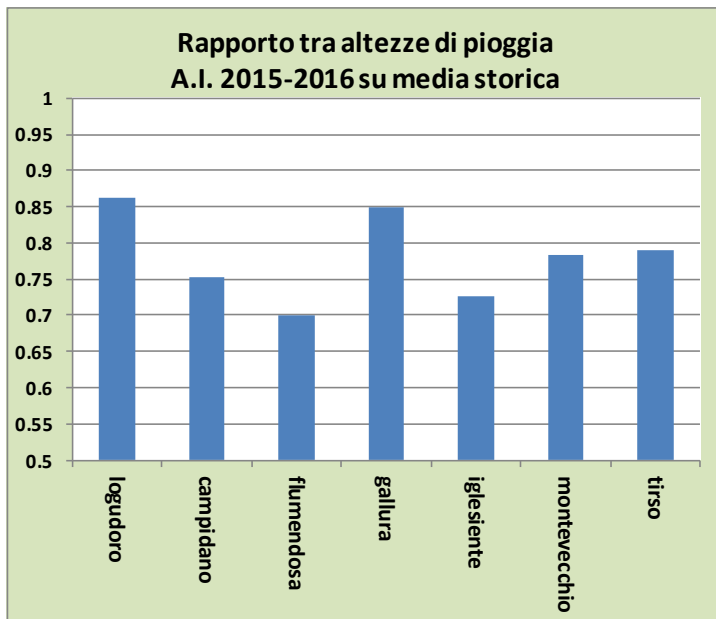
2.1.1 Indagine Pluviometrica: anno idrologico 2015-2016

Si è proceduto inoltre a dare una rappresentazione delle caratteristiche dell'ultimo anno idrologico, 2015-2016, in relazione alle frequenze osservate nell'ambito della serie storica, sempre con riferimento alle aree idrografiche di riferimento. Si è quindi determinata quale è la posizione delle piogge registrate annuali nella curva di ripartizione osservata, così come descritto nei grafici che seguono.









Come si può rilevare in tutte le aree idrografiche sono stati registrati valori di precipitazione ben al di sotto della media sia per l'anno idrologico in corso e sia per l'ultimo biennio e triennio idrologico.

COD_AR EA	NOME_AREA	Superficie (Kmq)	Anno idrologico 2015-2016 Frequenza di non superamento	Biennio idrologico 2014-2016 Frequenza di non superamento	Triennio idrologico 2013-2016 Frequenza di non superamento
Sard-A	Iglesiente	2510	25.3%	28.7%	26.9%
Sard-B	Campidano	2540	13.7%	21.3%	24.7%
Sard-C	Bacini Montevecchio-Pischilappiu	2350	17.9%	21.3%	32.3%
Sard-D	Bacini Flumendosa-Flumineddu	5080	13.7%	16.0%	8.6%
Sard-E	Bacino del Tirso	3340	15.8%	10.6%	12.9%
Sard-F	Gallura	3290	25.3%	6.4%	14.0%
Sard-G	Logudoro	4750	27.4%	11.7%	17.2%

Dal punto di vista delle probabilità di accadimento si riscontra che questi ultimi anni sono certamente caratterizzati da bassi valori rispetto all'andamento storico delle grandezze osservate da quasi 100 anni. Le prime osservazioni organiche sono del 1922.

Il valore più critico è il biennio dell'area idrografica della Gallura (si ricorda che questa area idrografica della Protezione Civile comprende anche il Posada) con il 6.4% di frequenza osservata. Ciò vuol dire che nel 94% dei casi le altezze di pioggia annuali sono risultate superiori al valore del biennio 2014-2016. Si noti anche l'8.6% del triennio nell'area idrografica del Flumendosa.

Ma anche il valore più favorevole per l'anno idrologico 2015-2016 del Logudoro con il 27.4% di frequenza di non superamento, indica che in quasi 3 casi su 4 il valore atteso di pioggia è risultato superiore a quello ora osservato.

Ora l'aspetto più rilevante è sottolineare l'impatto di tali eventi sulla disponibilità della risorsa idrica nei bacini del sistema multisettoriale regionale.

Si rileva che sul biennio la situazione più critica è quella dell'area idrografica della Gallura con un deficit rispetto alla media del 23.2%, mentre sull'anno è significativo il deficit del 30% del Flumendosa.

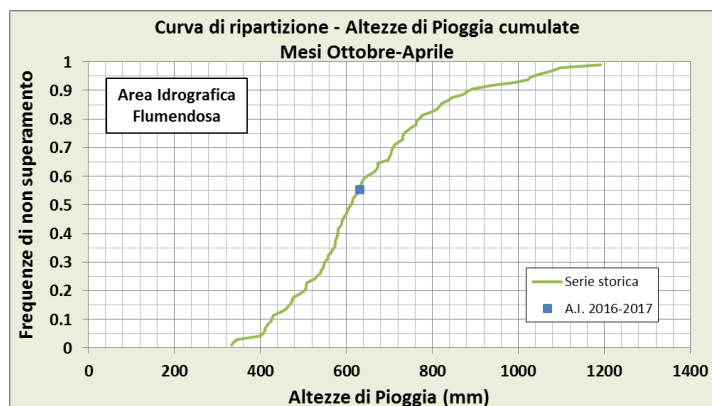
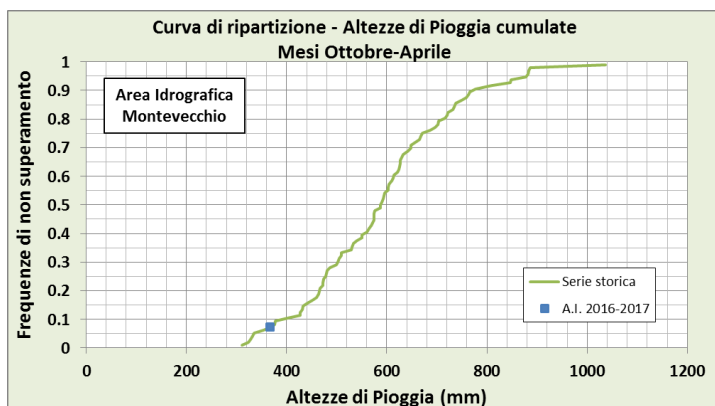
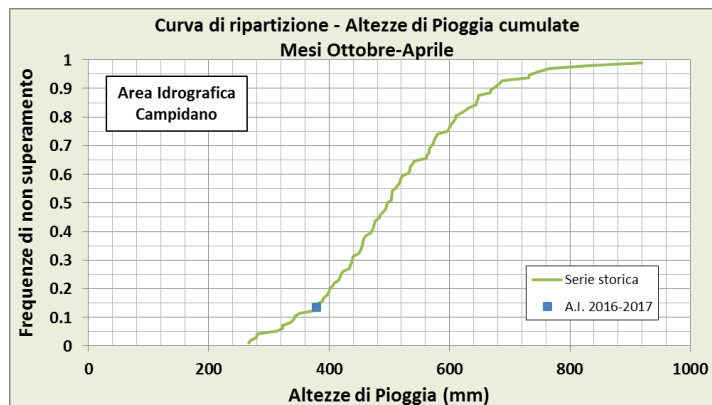
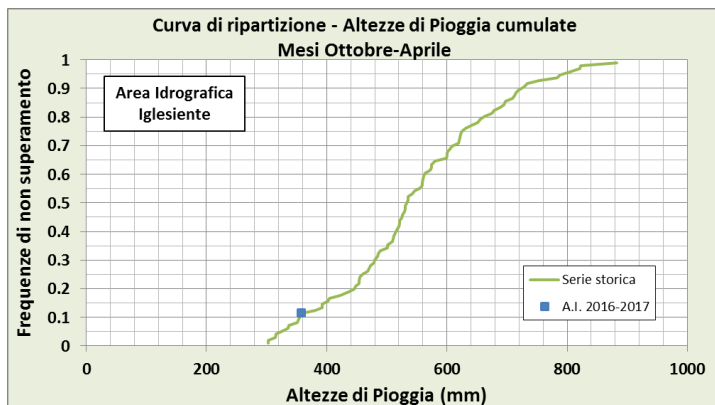
Ora ricordando quanto espresso in premessa che il coefficiente di elasticità dei deflussi in rapporto a quello della pioggia vale circa 3.3 volte, valore, come vedremo nel seguito, confermato dalle relazioni stimate sui bacini sardi, si ha che la riduzione sulle portate dei corsi d'acqua vale da circa il 60% al 70% sul biennio della Gallura.

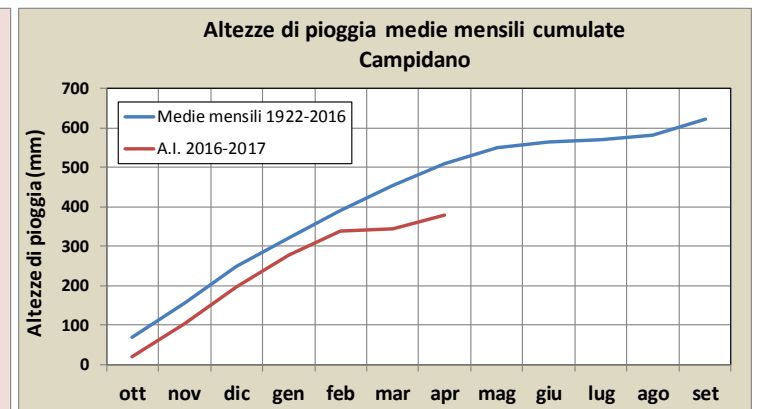
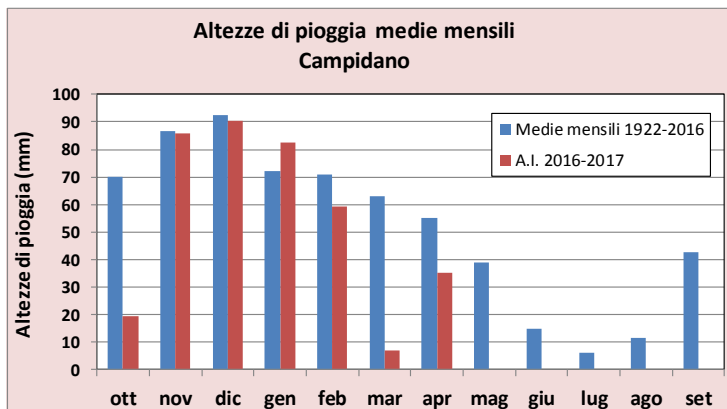
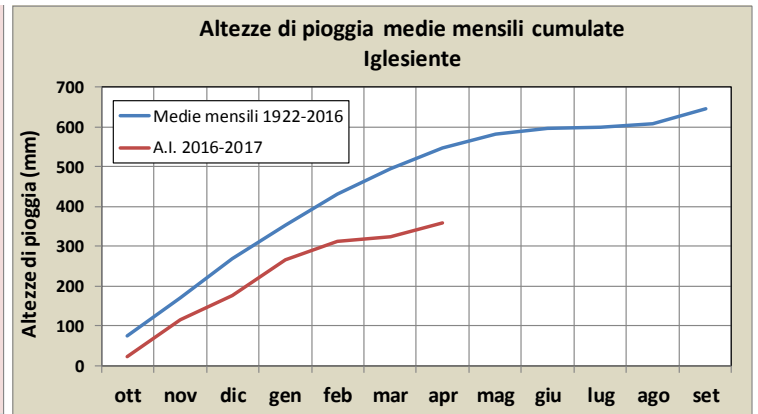
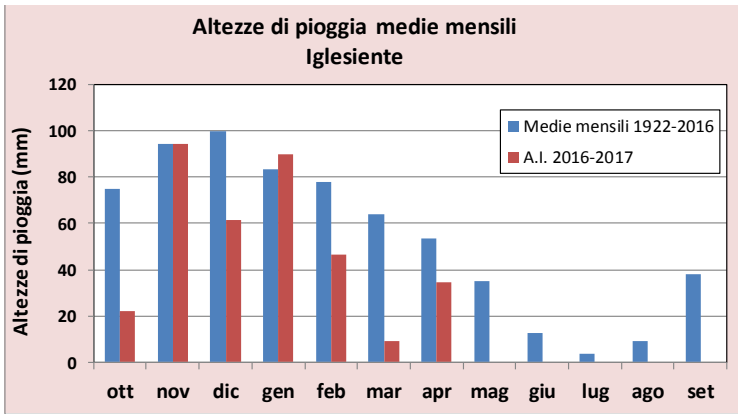
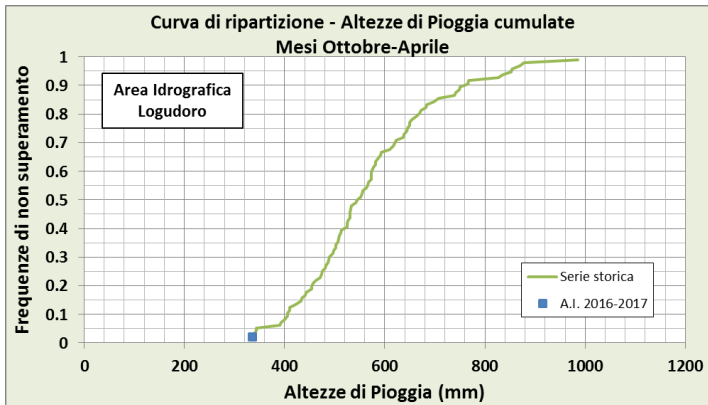
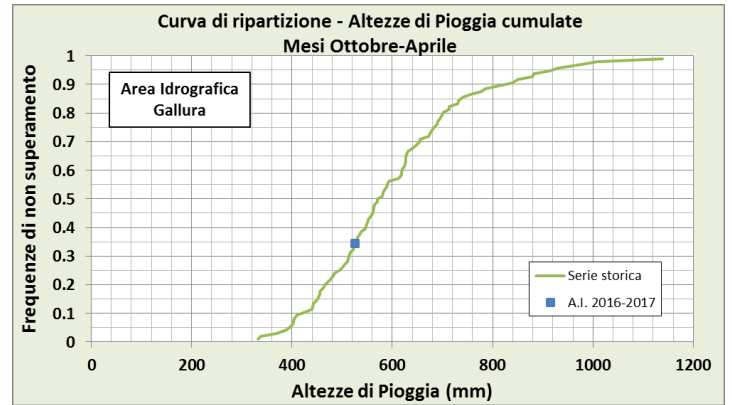
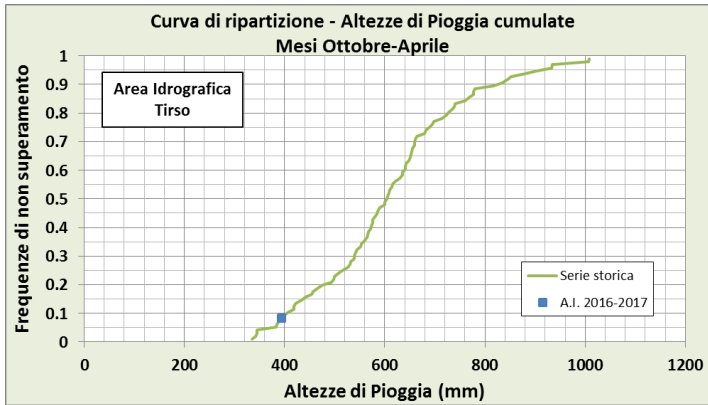
Cioè il fiume Liscia ha portato al serbatoio di Punta Calamaiu un volume ridotto di acqua pari a circa un terzo di quello medio di lungo periodo.

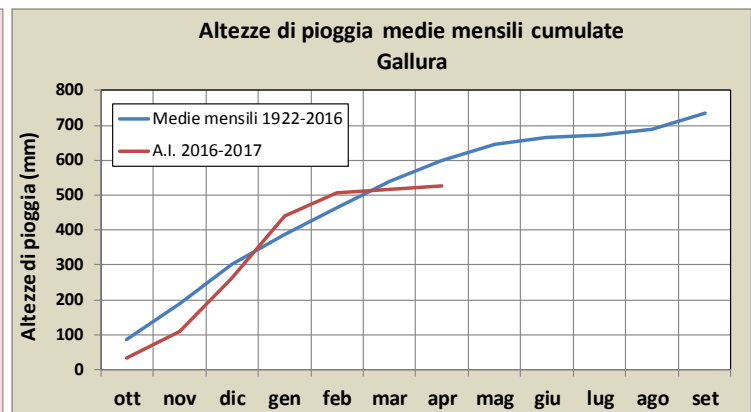
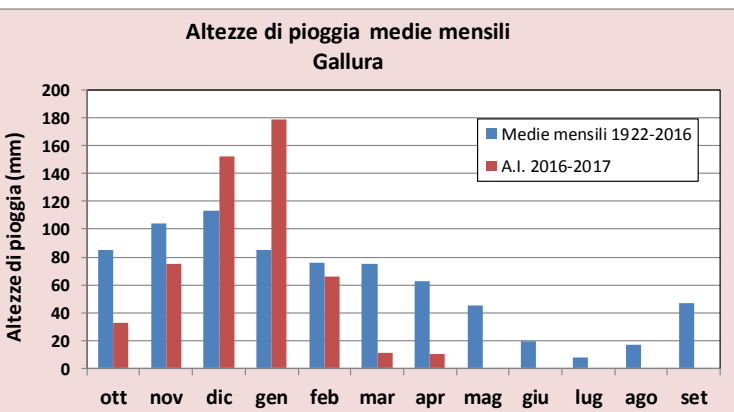
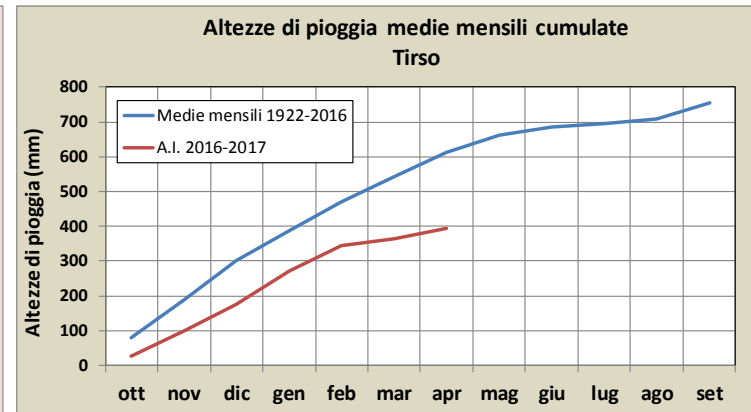
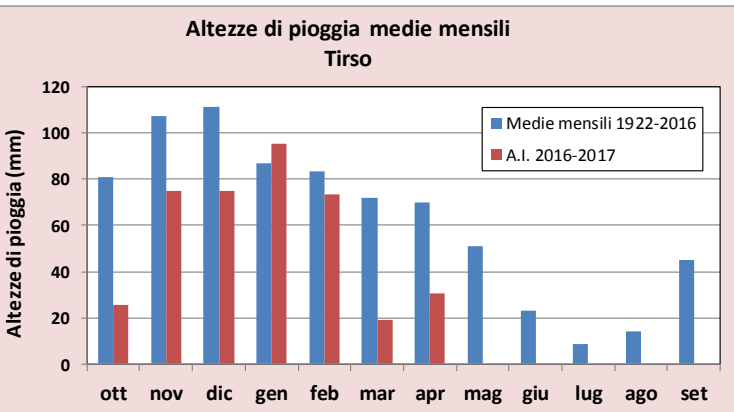
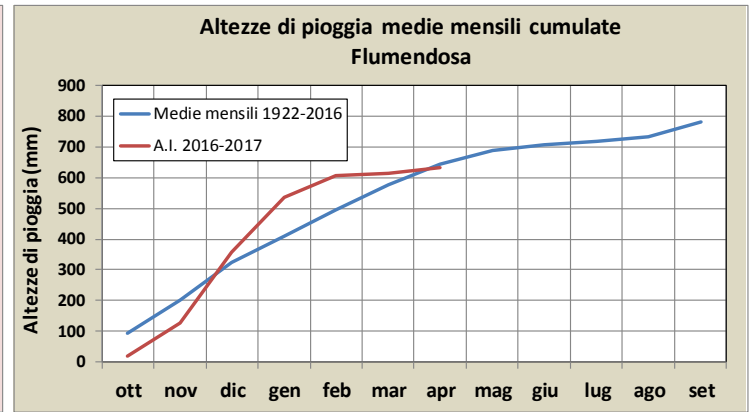
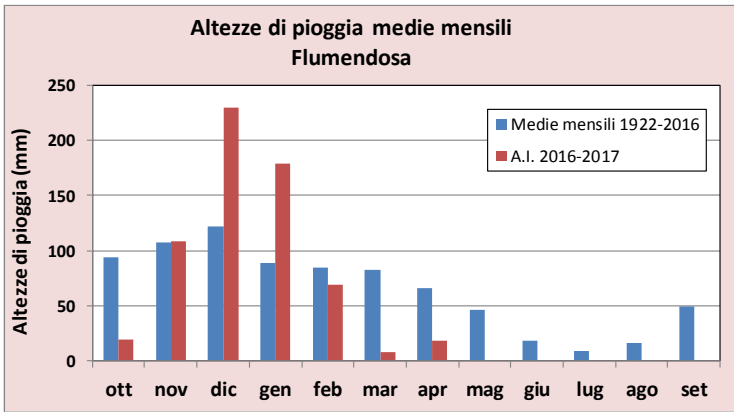
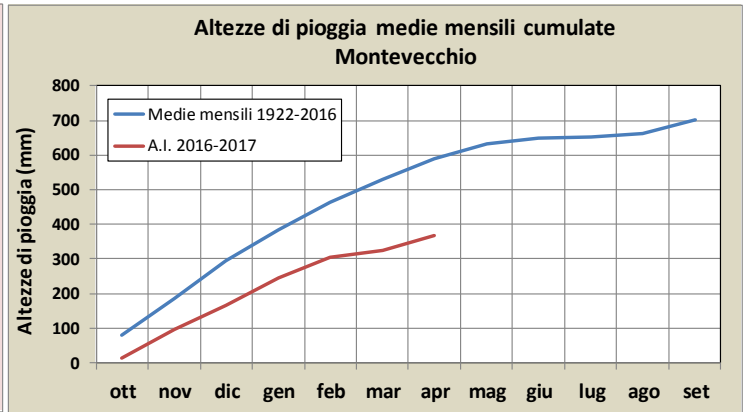
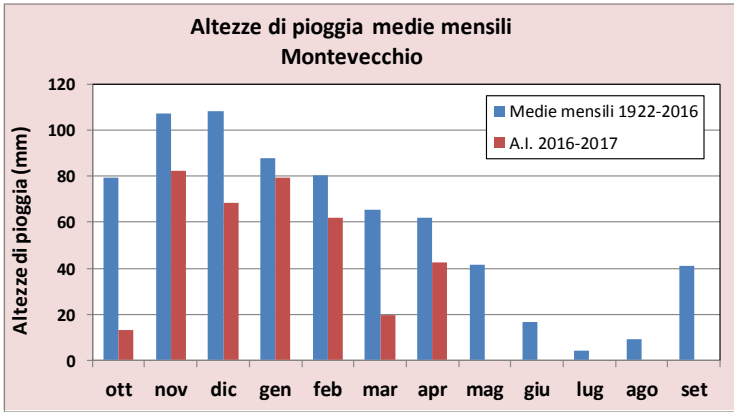
Situazioni ancora più critiche percentualmente, ma limitate all'ultimo anno e quindi con un minor deficit di volume, caratterizzano le altre aree idrografiche.

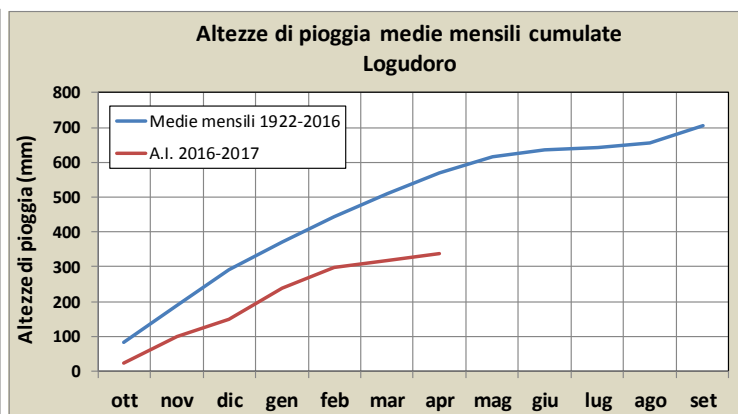
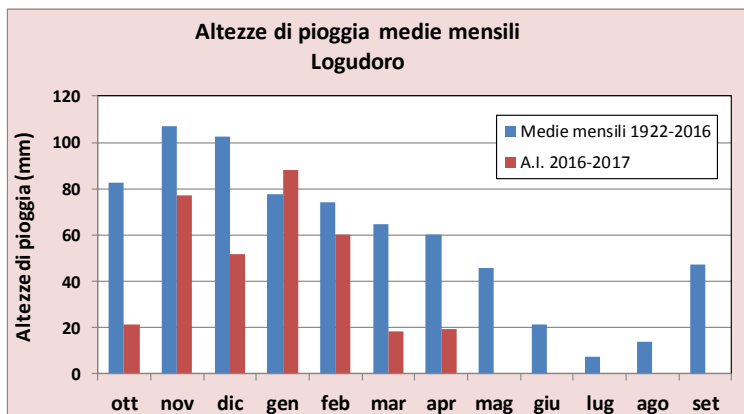
2.1.2 Indagine Pluviometrica: anno idrologico in corso, 2016-2017

Con la medesima metodologia si è proceduto inoltre a dare una rappresentazione delle caratteristiche dell'ultimo anno idrologico in corso, 2016-2017, con i dati registrati fino al mese di aprile. Si è quindi determinata quale è la posizione delle piogge registrate nei primi sette mesi del corrente anno idrologico nella curva di ripartizione osservata, così come descritto nei grafici che seguono.









Come si può rilevare in cinque aree idrografiche sono stati registrati valori di precipitazione ben al di sotto della media. Fanno eccezione l'area della Gallura, di poco sotto la media alla chiusura del 30 aprile e l'area del Flumendosa, praticamente in media.

Pertanto in nessuna area si è registrato un recupero dei significativi deficit di pioggia del triennio precedente, anzi nella gran parte dell'isola il deficit rispetto alla media si è ulteriormente incrementato, evidenziando così il fatto che il quadriennio idrologico 2013-2014/2016-2017 è potenzialmente, in attesa delle verifiche alla chiusura del 30 settembre, uno dei più critici della serie storica.

Anno Idrologico 2016-2017 (parziale: ottobre-aprile)							
COD_AR EA	NOME_AREA	Superficie (Kmq)	Valore Medio (mm)	Valore Osservato (mm)	Frequenza di non superamento (%)	Rapporto sulla media (%)	Deficit (mm)
Sard-A	Iglesiente	2510	546.6	357.9	11.50%	65.5%	-188.7
Sard-B	Campidano	2540	508.6	379.4	13.50%	74.6%	-129.2
Sard-C	Bacini Montevicchio-Pischilappiu	2350	588.0	367.3	7.30%	62.5%	-220.7
Sard-D	Bacini Flumendosa-Flumineddu	5080	643.9	631.5	55.20%	98.1%	-12.4
Sard-E	Bacino del Tirso	3340	609.4	393.8	8.30%	64.6%	-215.6
Sard-F	Gallura	3290	599.6	526.3	34.40%	87.8%	-73.3
Sard-G	Logudoro	4750	566.0	336.2	2.10%	59.4%	-229.8

Per quel che riguarda l'anno idrologico in corso la precedente tabella evidenzia anche dal punto di vista numerico quanto rappresentato nei grafici.

Come detto tranne il Flumendosa e la Gallura le altre aree hanno fatto registrare precipitazioni con frequenza di non superamento inferiori al 14%, con un valore minimo del 2% per il Logudoro. Pertanto per quest'ultima area l'evento critico risulta caratterizzato da un tempo di ritorno di circa 50 anni.

In definitiva l'area di criticità ha interessato l'intero insieme dei bacini occidentali dell'isola, così come storicamente definiti.

Ora l'aspetto più rilevante è sottolineare l'impatto di tali eventi sulla disponibilità della risorsa idrica nei bacini del sistema multisettoriale regionale.

Si rileva che la situazione più critica è quella dell'area idrografica del Logudoro con un deficit rispetto alla media del 41% ed escludendo Gallura e Flumendosa le altre aree registrano deficit intorno al 30%.

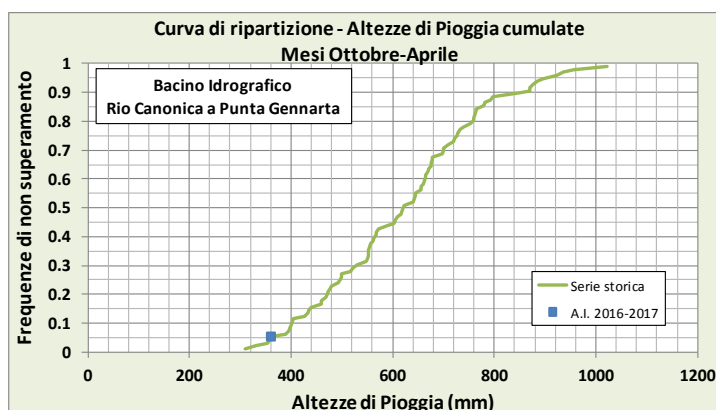
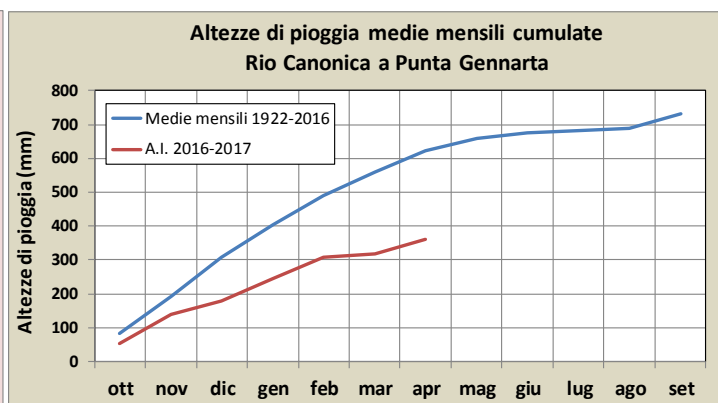
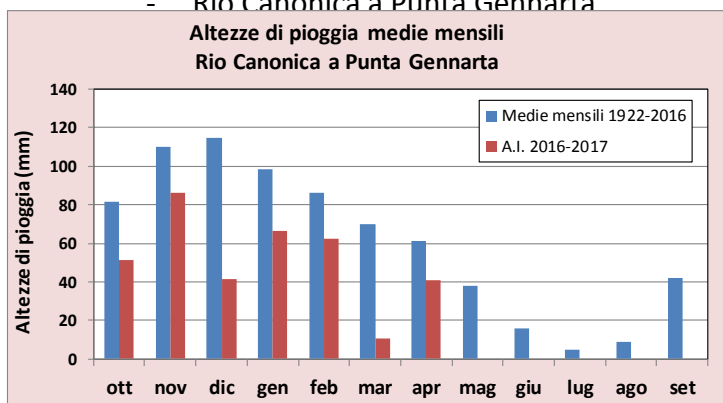
Ora ricordando quanto espresso in premessa, che il coefficiente di elasticità dei deflussi in rapporto a quello della pioggia vale circa 3.3 volte, valore, come vedremo nel seguito, confermato dalle relazioni stimate sui bacini sardi, si ha che la riduzione sulle portate dei corsi d'acqua vale da circa il 70% al 80% nelle aree più critiche.

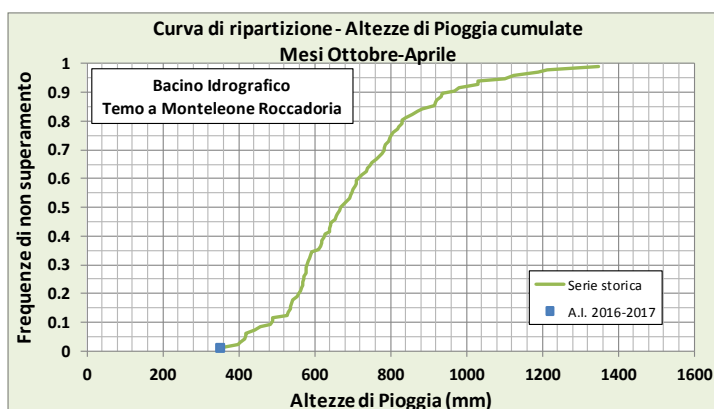
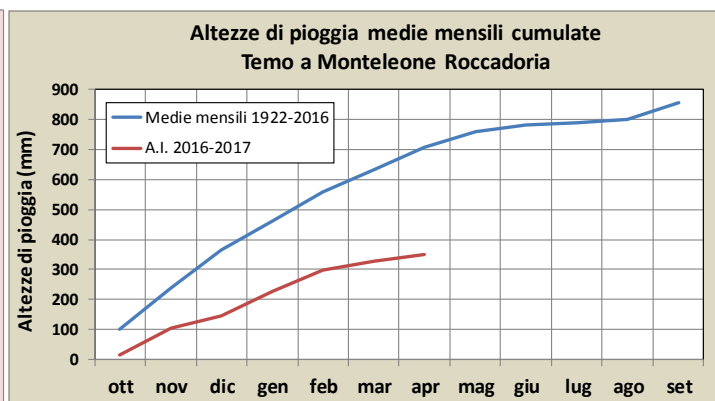
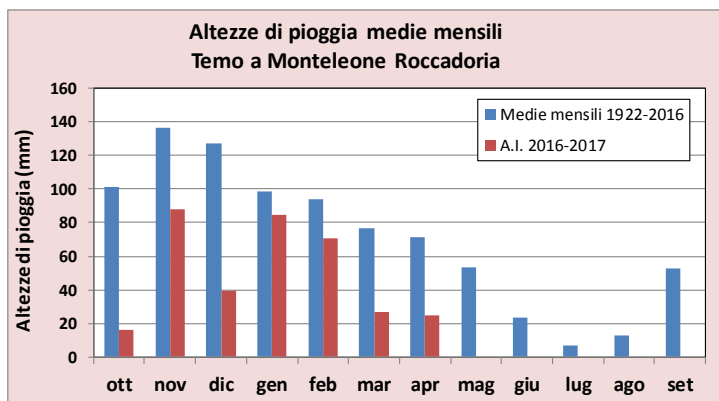
Per quel che riguarda l'andamento mensile appaiono estremamente rilevanti i deficit dei mesi di ottobre, marzo e aprile registrati assolutamente in tutte le aree idrografiche dell'isola.

Tale aspetto risulta particolarmente critico per gli invasi sul Posada e sul Cedrino che non hanno potuto accumulare le risorse nel periodo primaverile finito il periodo di invaso limitato in cui il serbatoio svolge la funzione di laminazione delle piene a favore della sicurezza dei territori di valle.

In considerazione del fatto che le aree idrografiche delle Protezione Civile hanno dimensioni territoriali considerevoli si è ritenuto opportuno procedere ad una medesima analisi per alcuni bacini idrografici di più limitata estensione sottesi da alcune delle principali opere di invaso del sistema idrico multisettoriale regionale negli schemi a maggiore criticità:

- Rio Canonica a Punta Gennarta



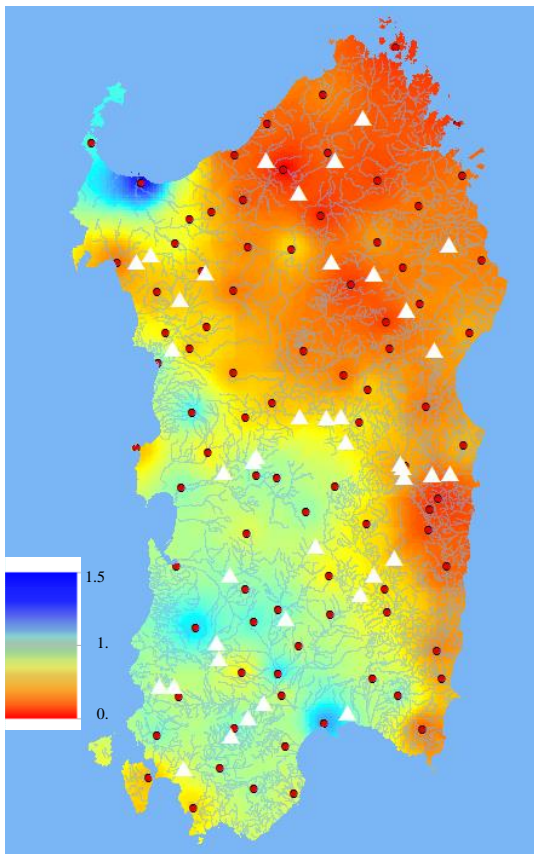


NOME_BACINO	Superficie (Kmq)	Valore Medio (mm)	Valore Osservato (mm)	Frequenza di non superamento (%)	Rapporto sulla media (%)	Deficit (mm)
Rio Canonica a Punta Gennarta		619.3	359.8	5.20%	58.1%	-259.5
Temo a Monteleone Roccadoria		701.9	350.5	1.00%	49.9%	-351.4

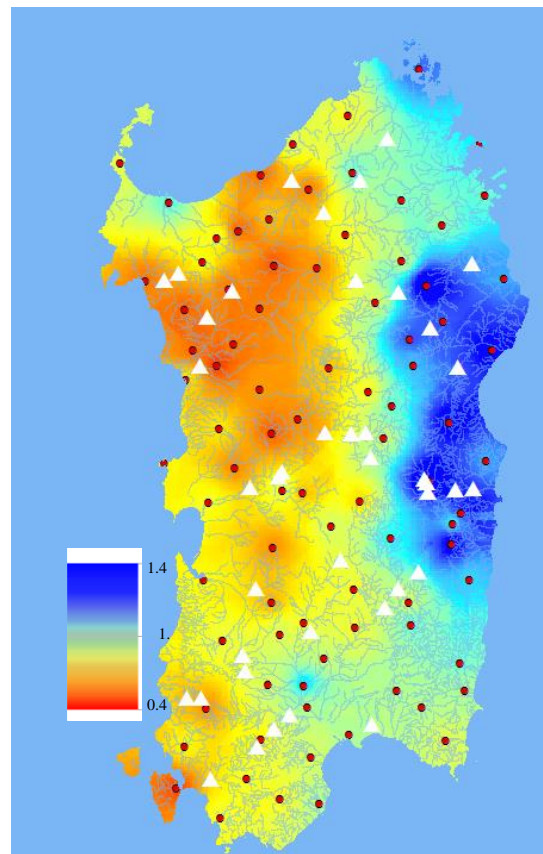
Dall'analisi di questi grafici emergono con più chiarezza le ragioni dell'andamento dei livelli idrici in alcuni invasi del sistema idrico multisettoriale:

- per il Temo si evidenzia con chiarezza che nell'ambito dell'area idrografica del Logudoro la parte più occidentale, dove si collocano i bacini del Temo, del Cuga e del Bidighinzu è quella dove la stagione appena trascorsa ha fatto registrare altezze di precipitazione molto ridotte con deficit rispetto alla media molto significativi e con un valore registrato di precipitazione per il periodo ottobre-aprile 2017 il più basso in assoluto di tutta la serie storica a partire dal 1922.
- per il rio Canonica si evidenzia con chiarezza che nell'ambito dell'area idrografica dell'Iglesiente la parte più a monte del bacino del Cixerri che interessa lo sbarramento sul rio Canonica a Punta Gennarta è quella dove la stagione appena trascorsa ha fatto registrare altezze di precipitazione molto ridotte con deficit rispetto alla media molto significativi e frequenze di non superamento addirittura intorno al 5%, cioè i valori registrati quest'anno sono stati superati in 95 casi su cento nel corso della serie storica.

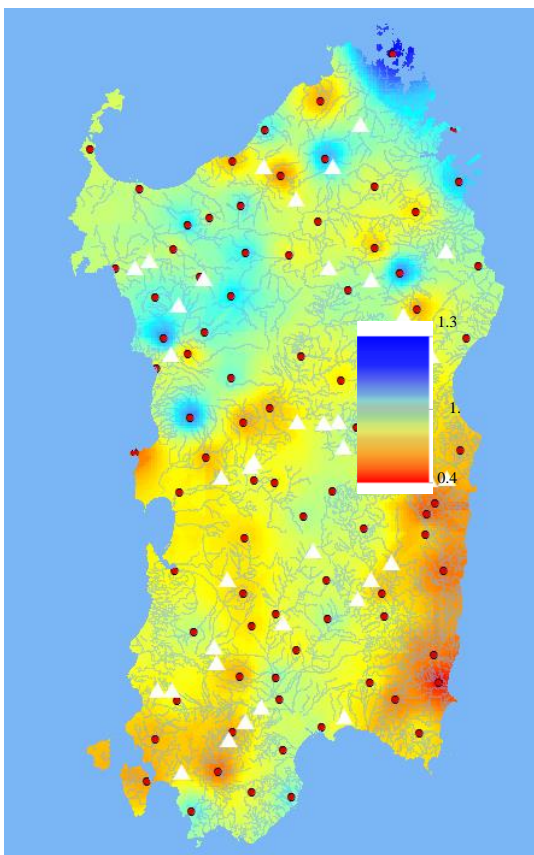
Al fine di fornire una rappresentazione geografica dell'andamento delle precipitazioni in questi ultimi mesi sono state predisposte le seguenti mappe (cerchio: pluviometri; triangolo dighe SIMR).



a) Precipitazioni mensili
Rapporto sulla media storica:
Aprile 2017



b) Precipitazioni mensili
Rapporto sulla media storica:
Ottobre 2016 - Aprile 2017



c) Precipitazioni mensili
Rapporto sulla media storica:
Anno Idrologico 2015-2016

Anche la rappresentazione geografica conferma tutti gli elementi illustrati in precedenza.
E' in atto una situazione climatica di persistente siccità che interessa l'intera isola, mitigata nei soli bacini centro-orientali da consistenti precipitazioni nei mesi di dicembre 2016 e gennaio 2017.

2.2 La trasformazione Afflussi-Deflussi

Lo Studio dell'Idrologia Superficiale della Sardegna, redatto alla fine degli anni '70, nell'ambito degli studi di settore preliminari al Piano Acque, ha riguardato la ricostruzione dei deflussi mensili con riferimento alla serie storica delle grandezze idrologiche del periodo 1922-1975, afferenti a un gran numero di sezioni di interesse, per una superficie complessiva dei bacini idrografici di 17.993 km² (su una superficie complessiva dell'isola di circa 24.000 Km²). Il bilancio idrologico complessivo risultava il seguente:

Afflussi	779.3 mm
Perdite	522.9 mm
Deflussi	256.4 mm
Coefficiente di deflusso	0.33

La valutazione dei deflussi su scala regionale era stata effettuata a partire dai bilanci idrologici ricostruiti su 30 bacini idrografici corrispondenti alle stazioni di misura di portata del Servizio Idrografico che hanno significativamente funzionato a partire dal 1922.

A metà degli anni '90 lo Studio dell'Idrologia è stato aggiornato con i dati fino al 1992.

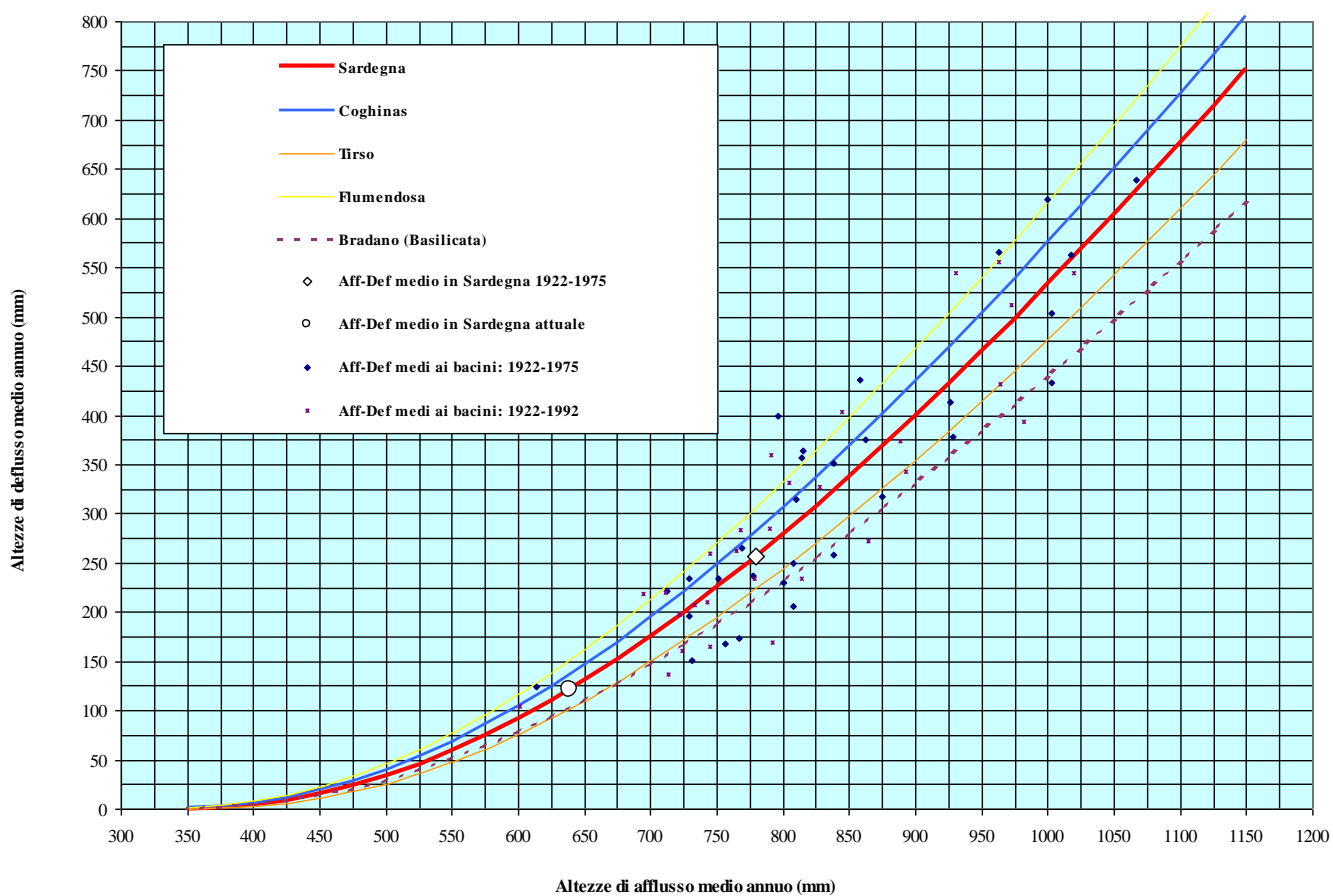
Le elaborazioni adottate nel PSDRI hanno preso in esame le variazioni del rapporto tra afflussi e deflussi al diminuire dell'entità del primo termine. Inserendo in un diagramma i valori di afflusso e di deflusso medio annuo di tutte le sezioni osservate dell'isola, si può ricostruire il legame tra le precipitazioni (afflussi) e le portate nei corsi d'acqua (deflussi). Tale diagramma consente di valutare gli effetti della riduzione delle piogge e di quantificare quanto tale riduzione incide sulle risorse superficiali potenzialmente utilizzabili (deflussi).

Tale legame, può essere correttamente interpretato da una funzione del tipo:

$$D_m^{1/3} = c_1 + c_2 \text{ LOG}(A_m)$$

Nella figura seguente è riportata la curva ottenuta mediante una regressione sui dati relativi a tutti i bacini osservati nel periodo 1922-1992 in Sardegna. Tale curva fornisce le caratteristiche medie che nell'isola caratterizza il processo di trasformazione afflussi-deflussi. Sullo stesso diagramma sono state poi riportate le curve relative ai bacini idrografici del Coghinas, del Tirso e del Flumendosa, unitamente a quella del fiume Bradano (Basilicata), riportata solo al fine di osservare la similitudine idrologica di tali relazioni nell'ambito dei bacini idrografici dell'Italia meridionale con clima semiarido mediterraneo.

TRASFORMAZIONE AFFLUSSI-DEFLUSSI



I parametri dell'equazioni valgono.

	C_1	C_2
Sardegna	-40.536	16.215
Coghinas	-40.536	16.285
Tirso	-40.536	16.117
Flumendosa	-40.536	16.349
Bradano (Basilicata)	-28.200	11.980

Si è, quindi, proceduto, utilizzando le relazioni analitiche descritte, sulla base degli afflussi ragguagliati del periodo 1922-23 / 1974-75 ed a quelli del periodo 1986-87 / 2001-02, alla valutazione dei principali parametri del bilancio idrico nei due periodi considerati.

I risultati sono sintetizzati nella tabella seguente.

		<i>Valori dimensionali in mm</i>			
		Sardegna	Coghinas	Tirso	Flumendosa
1922-23 / 1974-75	Afflussi	779.3	766.2	799.7	871.6
	Deflussi	256.4	266.4	244.4	427.8
A	Perdite	522.9	499.7	555.3	443.8
	Coefficiente di deflusso	0.33	0.35	0.31	0.49
1986-87 / 2001-02	Afflussi	639.0	669.2	666.1	700.6
	Deflussi	121.7	164.4	122.9	214.4
B	Perdite	517.3	478.6	543.2	486.2
	Coefficiente di deflusso	0.19	0.25	0.18	0.31
Rapporto	Afflussi	0.820	0.873	0.833	0.804
	Deflussi	0.475	0.617	0.503	0.501
B/A	Perdite	0.989	0.958	0.978	1.096
	Coefficiente di deflusso	0.579	0.707	0.604	0.623

La contrazione minima si registra nel Coghinas, con una riduzione nelle precipitazioni medie di quasi il 13% ed una contrazione dei deflussi di circa il 38%. La situazione più critica si ha sul Flumendosa, con riduzioni rispettivamente del 20% e di oltre il 50%.

Si sottolinea ancora che il problema più rilevante in termini di processo di pianificazione non è tanto la riduzione degli apporti naturali ai sistemi idrici che, una volta valutata, costituisce uno dei tanti elementi del sistema in esame, quanto che tale parametro appare connesso ad un alto grado di incertezza, trasferendo, in modo amplificato, detta incertezza agli scenari decisionali.

Nel PSDRI e come confermato dal PSURI, al fine di elaborare una prima valutazione delle risorse idriche potenzialmente utilizzabili in Sardegna con opere di captazione di risorse superficiali, è apparso opportuno assumere, come scenario idrologico di base, quello riferito ad una riduzione dei deflussi uniforme sull'intero territorio regionale, in misura pari al 55% della media del periodo storico di 53 anni 1922-23 / 1974-75, con, quindi, un nuovo valor medio pari al 45% di quello osservato in precedenza.

Tale assunzione è fatta, in via preliminare, sulla base delle seguenti considerazioni:

- il valore del 55% di riduzione è quello che si sta registrando nell'area dove il fenomeno appare più rilevante in Sardegna, anche ai fini dell'utilizzazione delle risorse: nel bacino del Flumendosa, nella zona sud orientale dell'isola;
- tale valore è molto simile a quello registrato sul Tirso, accomunando sotto tale aspetto i due maggiori bacini idrografici della regione;
- il fenomeno appare meno grave nell'area nord occidentale, nella quale d'altra parte la riduzione è sempre significativa. Comunque, il valore medio sull'isola è stimato pari al 52-53% di riduzione, corrispondente ad un valor medio pari al 47-48% di quello storico. Tali livelli sono molto prossimi a quelli osservati sul Flumendosa;
- come si è visto queste condizioni climatiche appaiono interessare l'intero bacino del Mediterraneo occidentale, per cui le diverse indicazioni territoriali registrate nell'isola potrebbero dipendere da situazioni contingenti e tendere ad uniformarsi all'estendersi della serie storica;

- l'esigenza di assumere parametri cautelativi nella valutazione delle risorse è sottolineata dal fatto che i parametri idrologici registrano differenze statisticamente significative rispetto al passato e non mostrano di aver ancora raggiunto una condizione di nuova stabilità. Il processo sembra essere ancora in evoluzione.

Ora è possibile, come illustrato in precedenza, disporre di una serie di osservazioni pluviometriche più estesa con 93 anni osservati di anni idrologici dal 1922-23 al 2014-15.

Putroppo altrettanto non si può dire delle osservazioni sulle portate.

Pertanto al fine di fare ulteriori approfondimenti sulla problematica non resta che partire dalle piogge e procedere alla trasformazione afflussi-deflussi almeno per la stima del valor medio.

Si richiamano nella tabella che segue gli elementi caratteristici delle serie pluviometriche dei valori annui per le diverse aree idrografiche.

COD_AREA	NOME_AREA	Superficie (Kmq)	Precipitazione media annua 1922-23 / 2014-15 A (mm)	Precipitazione media annua 1922-23 / 1974-75 B (mm)	Precipitazione media annua 1922-23 / 1991-92 C (mm)	Precipitazione annua minimo del Kernel 0.2 intero periodo D (mm)	Precipitazione annua minimo del Kernel 0.2 1922-23 / 1974-75 E (mm)	D / E
Sard-A	Iglesiente	2510	648.5	682.4	667.8	576.1	663.4	0.87
Sard-B	Campidano	2540	625.7	649.6	641.0	571.9	606.2	0.94
Sard-C	Bacini Montevecchio-Pischilappiu	2350	704.6	739.6	724.3	620.1	714.2	0.87
Sard-D	Bacini Flumendosa-Flumineddu	5080	784.7	833.0	805.7	707.4	790.6	0.89
Sard-E	Bacino del Tirso	3340	755.6	799.3	778.4	670.0	768.8	0.87
Sard-F	Gallura	3290	736.8	788.2	752.1	640.3	717.5	0.89
Sard-G	Logudoro	4750	705.1	744.8	723.0	626.5	707.6	0.89

Considerando come indice significativo delle fluttuazioni climatiche legate alla persistenza nel medio periodo il valore del Kernel con $\lambda=0.2$ si ritiene opportuno valutare la modifica dei valori medi di deflusso relativi al primo 53ennio e quelli degli anni successivi considerando i valori minimi della funzione di smoothing nel primo periodo ed il valor minimo assoluto della medesima funzione che, come si è visto si è registrato generalmente intorno alla metà degli anni '90.

Applicando le equazioni di trasformazione sopra riportate si è pervenuti ai seguenti risultati.

COD_AREA	NOME_AREA	Superficie (Kmq)	Relazione Afflussi/Deflussi	Precipitazione annua minimo del Kernel 0.2 1922-23 / 1974-75 A (mm)	Deflusso medio annuo calcolato B (mm)	Precipitazione annua minimo del Kernel 0.2 intero periodo C (mm)	Deflusso medio annuo calcolato D (mm)	D / B
Sard-D	Bacini Flumendosa-Flumineddu	5080	Flumendosa	790.6	320.4	707.4	221.8	0.69
Sard-E	Bacino del Tirso	3340	Tirso	768.8	213.3	670.0	125.9	0.59
Sard-G	Logudoro	4750	Coghinas	707.6	202.6	626.5	125.9	0.62

Si evidenzia innanzitutto che il coefficiente di elasticità dei deflussi in rapporto a quello della pioggia vale circa 3.3 volte, assolutamente in linea con il range stimato per i bacini australiani nello studio citato in precedenza, collocandosi in prossimità del valore superiore, coerentemente con le caratteristiche climatiche semiaride mediterranee della Sardegna.

In definitiva volendo utilizzare come "banco di prova" la serie storica ricostruita per tutte le sezioni di interesse dalla Sardegna per il periodo 1922-1975 nell'ambito dello Studio dell'Idrologia Superficiale della Sardegna, redatto alla fine degli anni '70, nell'ambito degli studi di settore preliminari al Piano Acque, risulta necessario 'riscaldare' la media tenendo conto dei risultati sopra esposti.

A tal fine si è valutato di adottare per l'intera isola un coefficiente di riduzione della media pari a 0.6 che è sostanzialmente il valor minimo nelle tre aree idrografiche analizzate, in relazione alla necessità di assumere valutazioni cautelative dal punto di vista della stima delle erogabilità.

Un altro aspetto, importante, riguarda l'analisi del valore dello scarto delle serie temporali dei deflussi. Assunte le ipotesi sulla media, risulta ora necessario valutare in che misura si modifica, in corrispondenza a tali ipotesi, lo scarto della variabile "deflusso annuo", essendo evidente che in teoria non può essere imposto semplicemente senza ulteriori analisi per tale serie il medesimo coefficiente di variazione connesso alle medie precedenti.

Tuttavia tali analisi non hanno evidenziato nell'ambito delle serie di precipitazione trend significativi, denotando anzi una sostanziale costanza del coefficiente di variazione e quindi evidenziando il fatto che lo scarto si modifica analogamente alla media.

D'altra parte il processo di trasformazione afflussi-deflussi non è lineare e quindi dovendo ipotizzarne gli effetti sui deflussi della variazione della media degli afflussi, sempre per il principio di cautela, si è ritenuto di ridurre lo scarto del coefficiente di 0.8, pervenendo così ad un incremento del coefficiente di variazione del 33%.

In definitiva, nelle elaborazioni adottate è apparso corretto e coerente con i risultati delle analisi precedentemente descritte assumere, per la definizione dello scenario idrologico di base, quali nuovi parametri statistici per le serie dei deflussi alle sezioni di interesse i seguenti valori:

- media = 0,60 x la media del periodo 1922-23 / 1974-75
- scarto = 0,80 x lo scarto del periodo 1922-23 / 1974-75

2.3 La ricostruzione dei deflussi alle sezioni di interesse e la simulazione del funzionamento del sistema di approvvigionamento primario regionale

Lo studio delle possibilità di erogazione dei diversi schemi del Sistema Idrico Multisetoriale Regionale deve essere sviluppata mediante modelli di simulazione che valutino le prestazioni del sistema utilizzando come input le serie dei deflussi alle diverse sezioni di interesse con passo temporale mensile.

Tali serie devono essere sufficientemente estese, come numero di anni, da consentire di rappresentare adeguatamente i processi di regolazione di grandi serbatoi artificiali, con coefficienti di utilizzazione rispetto al media delle portate naturali piuttosto elevati, che si protraggono anche fino a dieci anni. L'estensione complessiva del periodo critico si amplifica via via che aumenta il livello di interconnessione fra i principali sistemi idrici dell'isola.

In relazione a ciò non appare adeguato, dal punto di vista dell'estensione temporale, utilizzare come base della simulazione la serie dei deflussi mensili di un numero di anni limitato ma la cui media sia la più ridotta, e quindi più cautelativa per la valutazione delle effettive disponibilità.

D'altra parte, la complessità dei sistemi idrici e, quindi, il notevole numero di sezioni di interesse, l'ampia estensione territoriale dei bacini idrografici connessi a tali sezioni, impongono di rispettare la struttura di correlazione spaziale naturale delle serie dati di deflusso nei bacini idrografici dell'isola.

Sulla base di tali considerazioni, nel Piano d'Ambito, nel PSDRI e nel PSURI è stata messa a punto una procedura di generazione che soddisfa l'esigenza di trovare soluzioni corrette ma speditive per la definizione della base dati da utilizzare come input della simulazione. Si è adottata la procedura seguente:

- la base dati su cui si opera è rappresentata dalle serie storiche dei deflussi ai bacini totali delle sezioni di interesse ricostruiti per tutto il territorio regionale nell'ambito dello studio dell'Idrologia Superficiale della Sardegna (EAF, 1996) per il 53ennio 1922-23 / 1974-75, in cui i parametri statistici fondamentali mostrano un sufficiente grado di stazionarietà;
- in relazione alle rilevazioni dei parametri idrologici degli ultimi anni, come descritto nel paragrafo precedente, si riscalano le serie dei deflussi al fine di imporre, per il 53ennio, la nuova media ridotta al 60% della rispettiva media storica e lo scarto pari all'80% del corrispettivo valore storico. Tale operazione viene effettuata, di volta in volta, per tutte i bacini parziali corrispondenti alle sezioni di interesse definite dalla localizzazione sulle aste fluviali delle opere di captazione e regolazione previste nella configurazione infrastrutturale da sottoporre a verifica mediante simulazione.

Nello specifico l'applicazione dello schema descritto porta alle seguenti fasi operative:

- acquisizione dalla banca dati dello studio dell'Idrologia Superficiale della Sardegna (EAF, 1996) della serie storica dei deflussi mensili alla sezione di interesse parziale (in relazione alla configurazione delle infrastrutture presenti nella simulazione) per il periodo 1922-23 / 1974-75;
- calcolo della serie storica dei deflussi per anno idrologico nel medesimo periodo;
- determinazione con il metodo dei momenti dei parametri della distribuzione lognormale imponendo il rispetto della media e dello scarto della serie storica. Si adotta pertanto la seguente espressione che trasforma il valore D_i , deflusso totale dell'anno i alla sezione di interesse, nella variabile di Gauss standardizzata z :

$$z_i = a \log_{10} D_i + b$$

Per stimare i parametri a e b si ricorre al metodo dei momenti, sapendo che essi sono legati alla media μ ed allo scarto σ dalle relazioni:

$$a = 1,517 / \sqrt{\log_{10} [1 + \sigma^2 / \mu^2]}$$

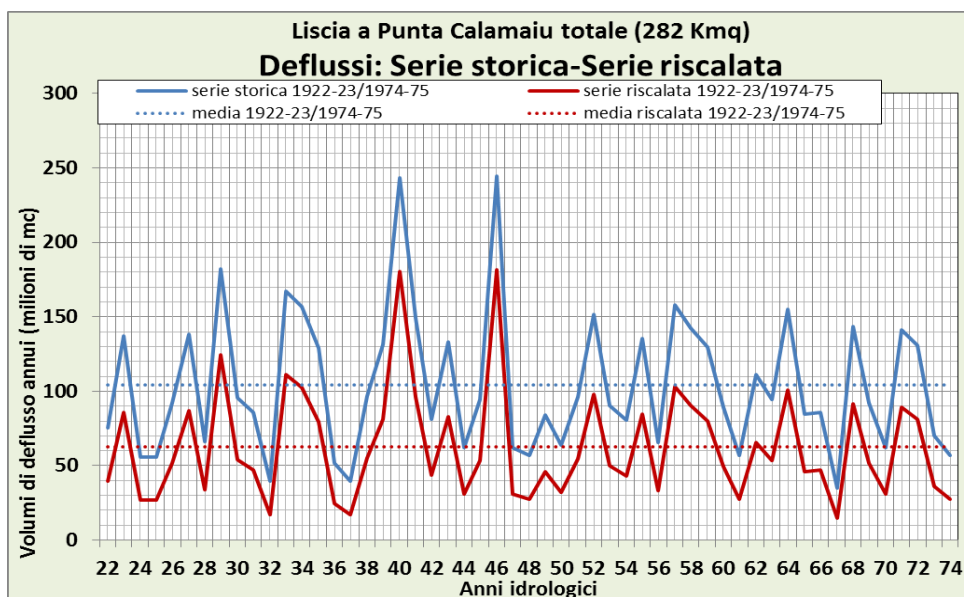
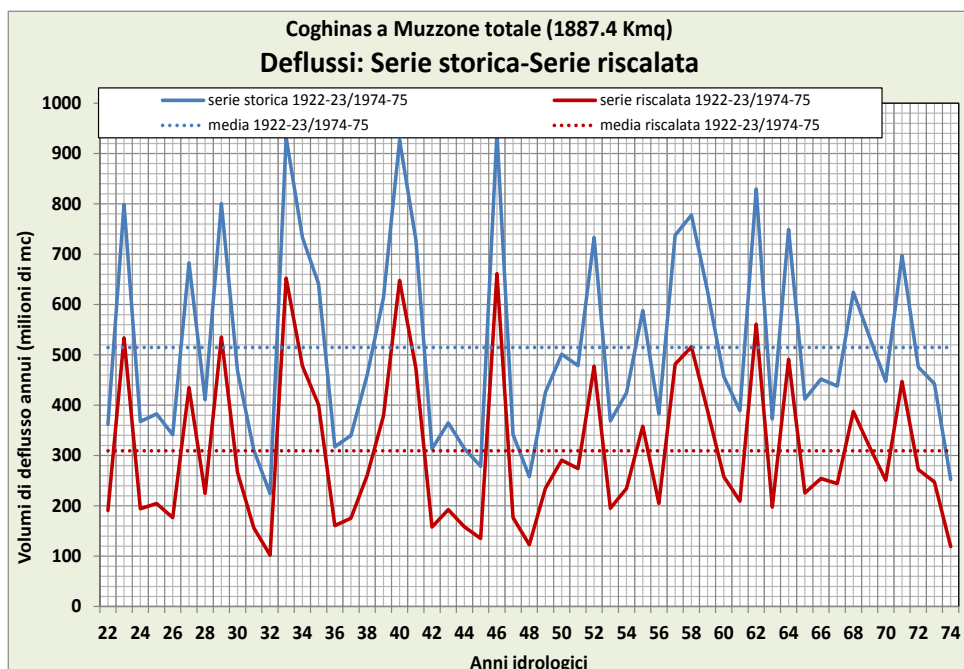
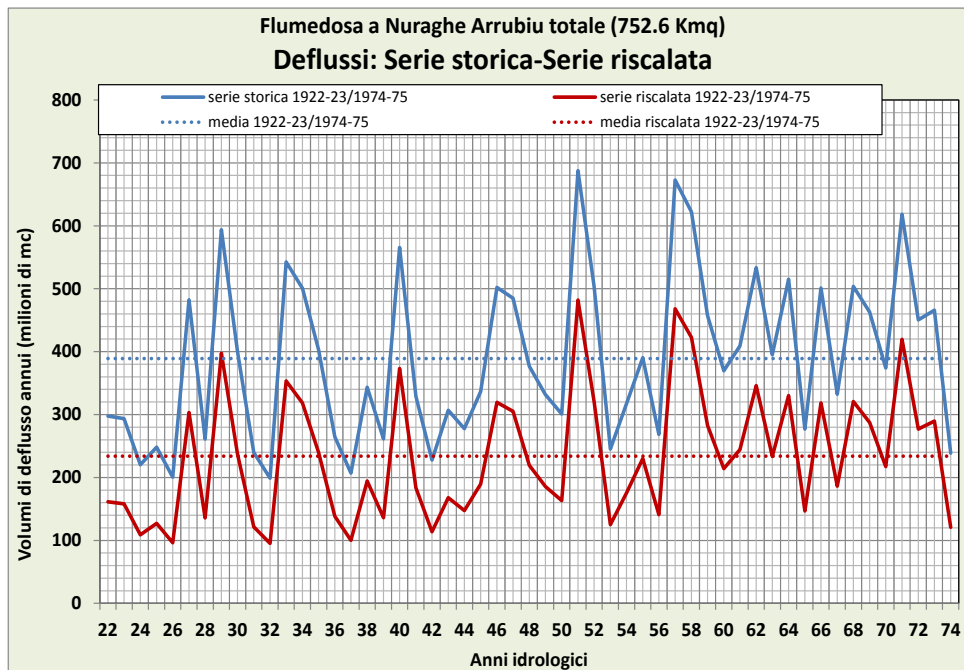
$$b = 1,151/a - a \log_{10} \mu$$

- trasformazione della serie dei deflussi nella corrispondente serie dei frattili z_i ;
- determinazione con il metodo dei momenti dei nuovi parametri (a^* e b^* , mediante l'espressioni precedenti) della distribuzione lognormale imponendo una media pari al 60% della media storica ed uno scarto pari al 80% del valore storico;
- antitrasformazione della serie dei frattili z_i , calcolati in precedenza, in una nuova serie di deflussi D_i^* , caratterizzata da una media ed uno scarto corrispondenti alle assunzioni adottate;
- per ogni anno idrologico si calcola il coefficiente dato dal rapporto D_i^*/D_i tra il nuovo valore di deflusso ed il valore di deflusso della serie originale. Tale coefficiente viene poi moltiplicato per tutti i valori mensili del singolo anno idrologico della serie di partenza, per ottenere la serie completa dei deflussi ricostruiti, con passo temporale mensile, con le caratteristiche richieste.

Con questa procedura si consegue il risultato cercato di poter simulare il funzionamento dei sistemi, mettendo a confronto risorse e fabbisogni, sulla base della serie dei deflussi estesa su un periodo di 53 anni che riproduce l'andamento storico, 1922-23 / 1974-75, ma con i parametri statistici adeguati alle più recenti condizioni climatiche.

Un altro aspetto importante da sottolineare è quello che la procedura adottata conserva, per le serie ricostruite alle varie sezioni di interesse, integralmente la struttura di correlazione spaziale e temporale delle serie originali.

A titolo esemplificativo si riportano nei grafici seguenti i risultati della procedura adottata mettendo a confronto per alcuni bacini significativi le serie originali e quelle riscalate.



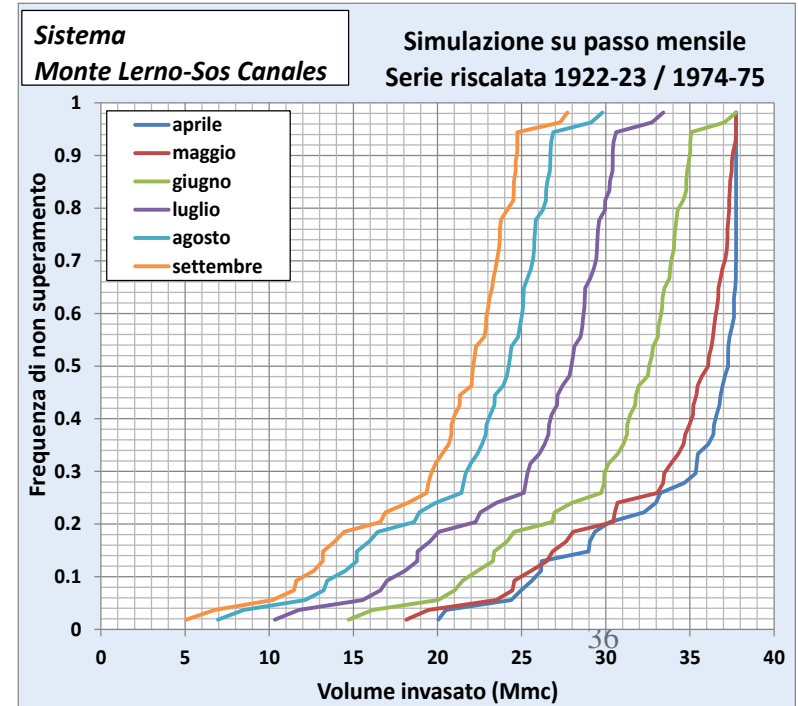
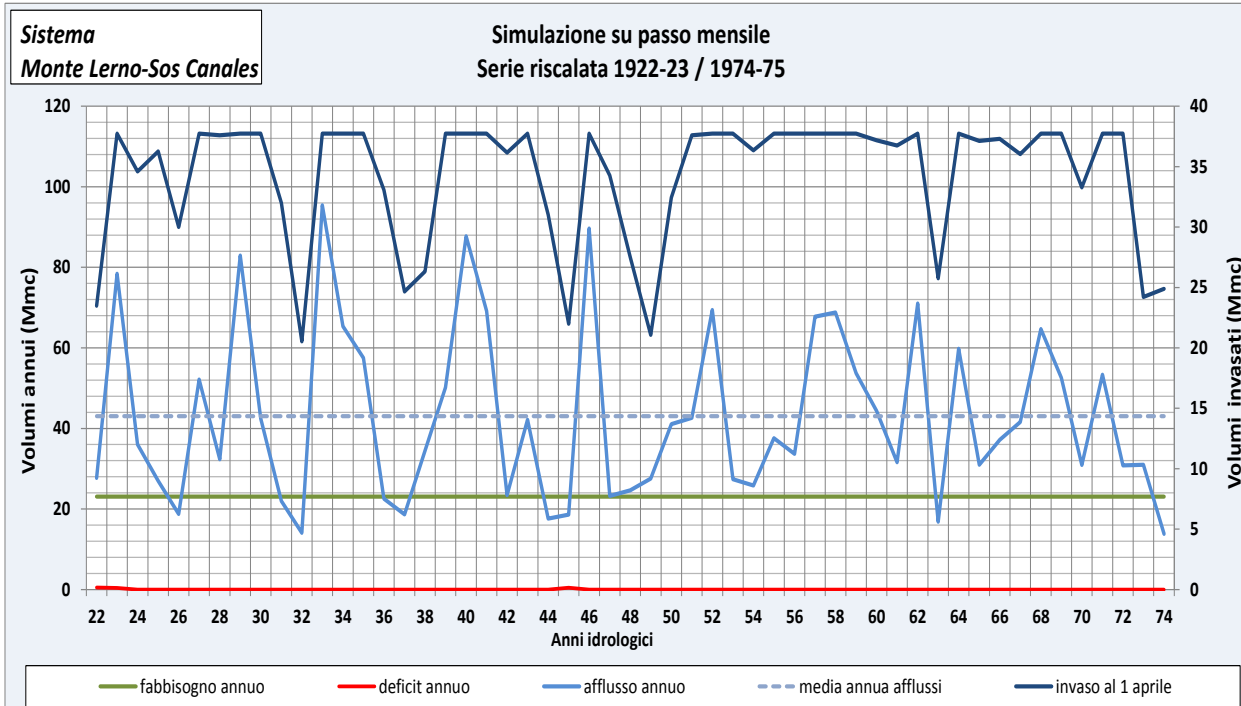
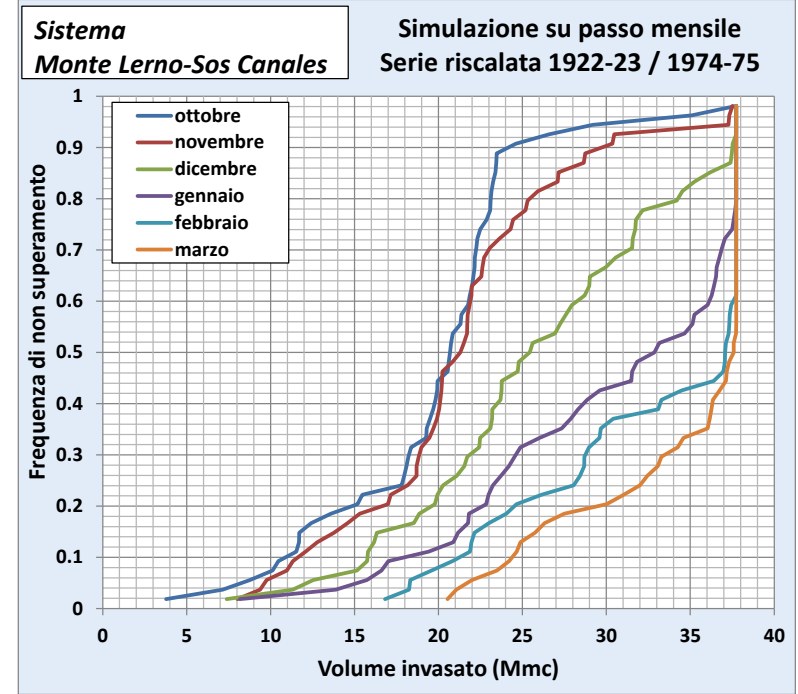
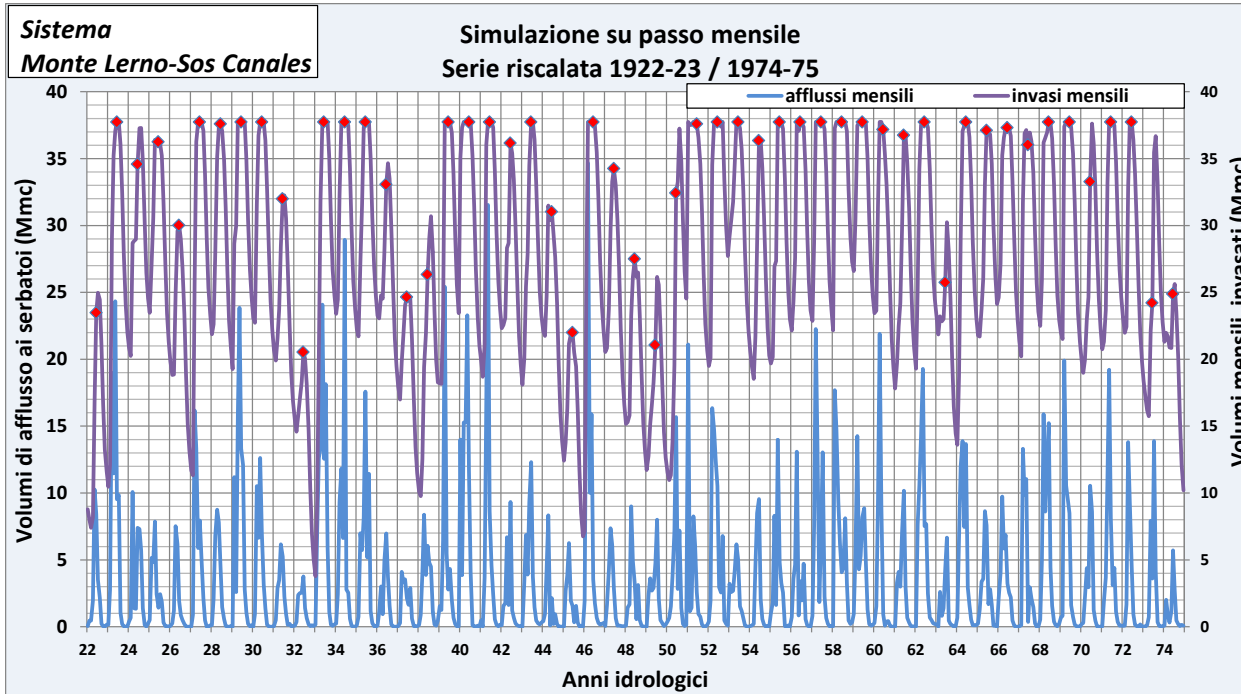
Si è proceduto, quindi, a verificare gli effetti di tale definizione delle serie idrologiche di riferimento sulle erogabilità di alcuni schemi idrici.

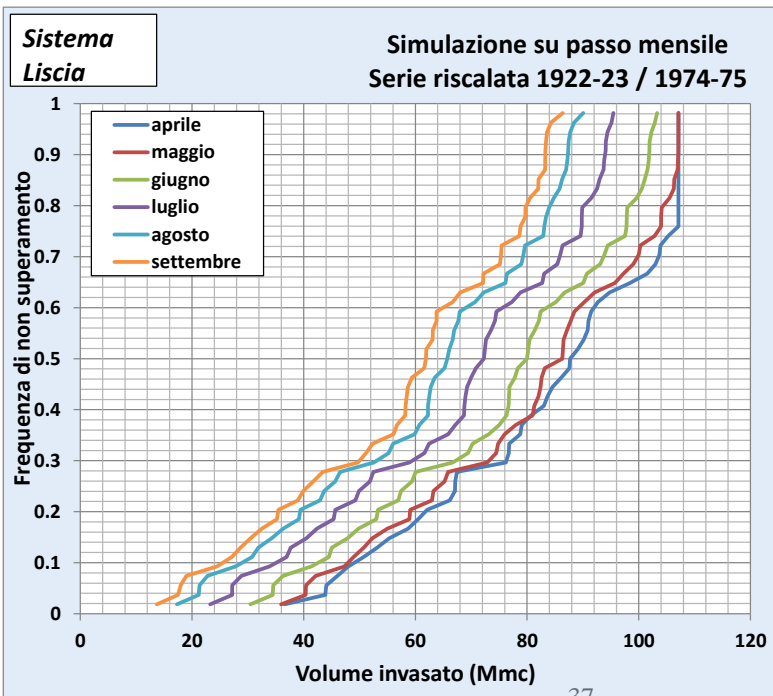
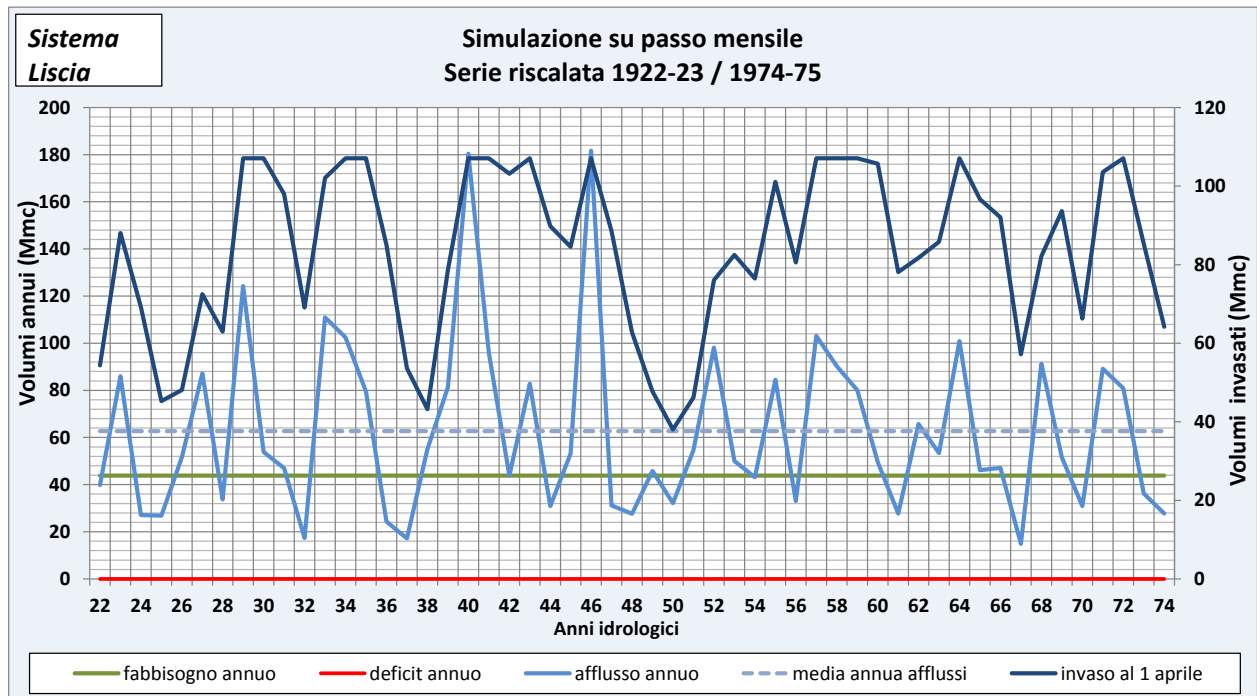
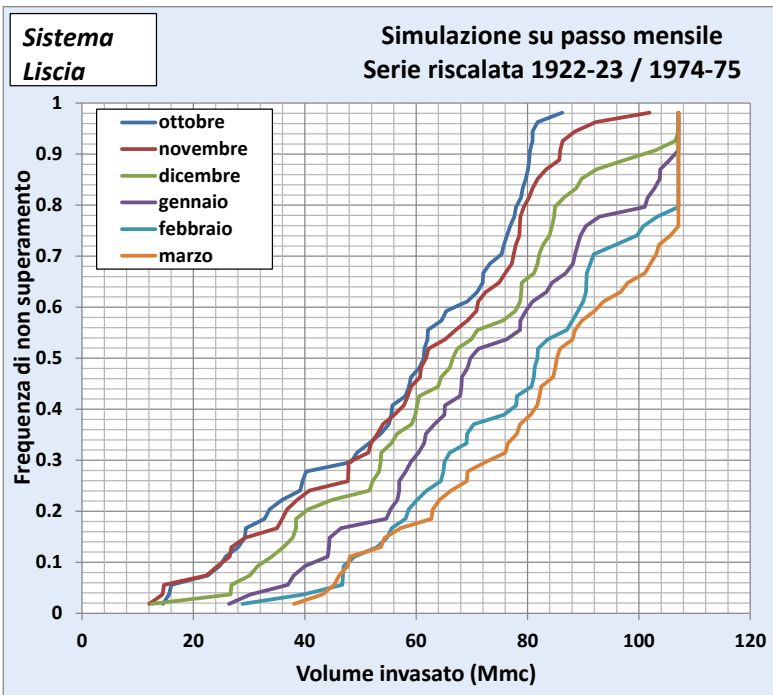
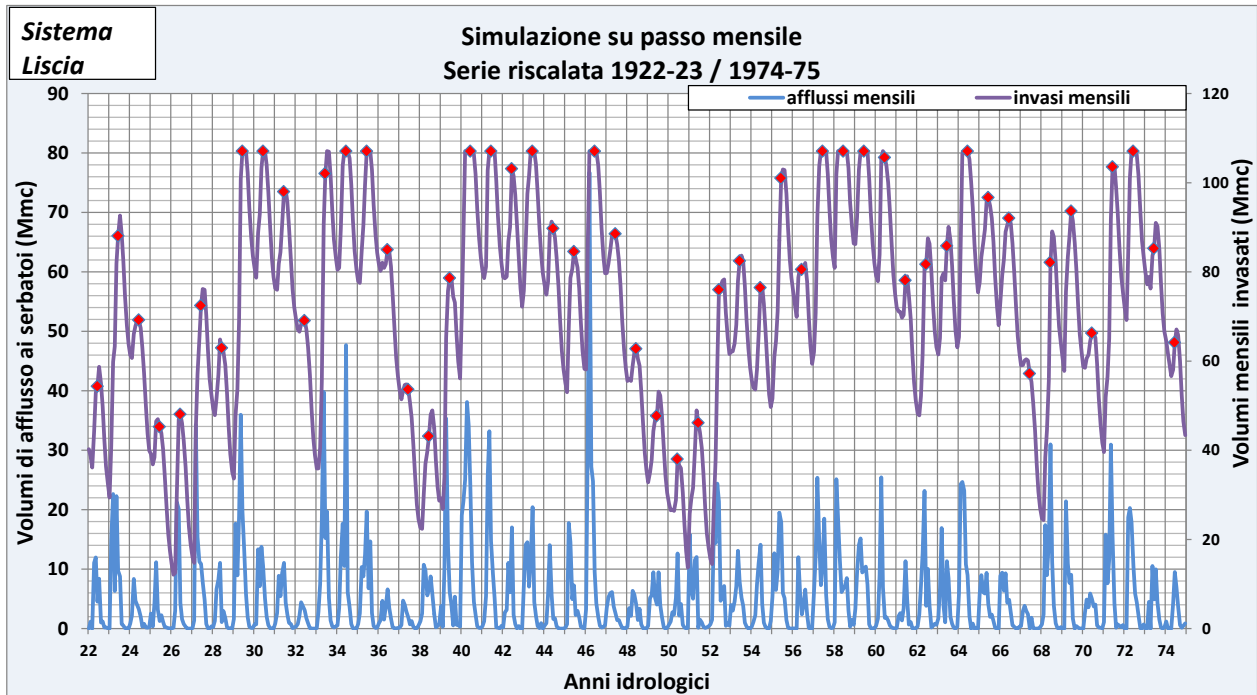
E' stato quindi predisposto a tal fine un modello di simulazione per la gestione del sistema idraulico di rifornimento idrico che sia in grado di ben rappresentare con modelli matematici sia le caratteristiche funzionali degli elementi strutturali (serbatoi, condotte, canali, impianti di pompaggio, impianti idroelettrici, ecc.) e sia i fenomeni naturali che interessano tali infrastrutture quale ad esempio l'evaporazione dai laghi e sia le regole operative scelte per la gestione ottimale della risorsa acqua.

Il primo passo è quello di definire il volume massimo erogabile con zero deficit nell'ambito della serie temporale utilizzata come banco di prova.

Tale indicazione potrà poi essere utilizzata per definire regole operative che, al fine di meglio sfruttare le caratteristiche dei diversi anni idrologici, consentano di stabilire annualmente i volumi erogabili in relazione allo stato delle riserve idriche presenti nei diversi schemi idrici dell'isola.

Nei grafici che seguono, come detto a titolo esemplificativo, sono riportati i risultati della procedura di simulazione per gli schemi idrici dell'Alto Coghinas e del Liscia per i quali sono state individuate le massime erogazioni multisettoriali che determinano in entrambi gli schemi un volume minimo invasato nell'intero periodo simulato pari al 10% della capacità massima autorizzata.





3 Gli invasi del sistema idrico multisettoriale regionale

A seguito dell'applicazione della L.R. n. 19 del 6.12.2006 "Disposizioni in materia di risorse idriche e bacini idrografici", è stato introdotto il concetto di "Sistema Idrico Multisettoriale", intendendo con esso "l'insieme delle opere di approvvigionamento idrico e adduzione che, singolarmente o perché parti di un sistema complesso, siano suscettibili di alimentare, direttamente o indirettamente, più aree territoriali o più categorie differenti di utenti, contribuendo ad una perequazione delle quantità e dei costi di approvvigionamento".

La stessa Legge stabilisce inoltre che la gestione unitaria del sistema idrico multisettoriale regionale è affidata all'Ente Acque della Sardegna (ENAS).

A seguito dell'attività di ricognizione (prevista dalla citata Legge Regionale n. 19/2006), effettuata dallo stesso ENAS in collaborazione con l'Assessorato Regionale LL.PP., sono state identificate le opere multisettoriali che progressivamente sono state trasferite sotto la responsabilità gestionale dell'ENAS.

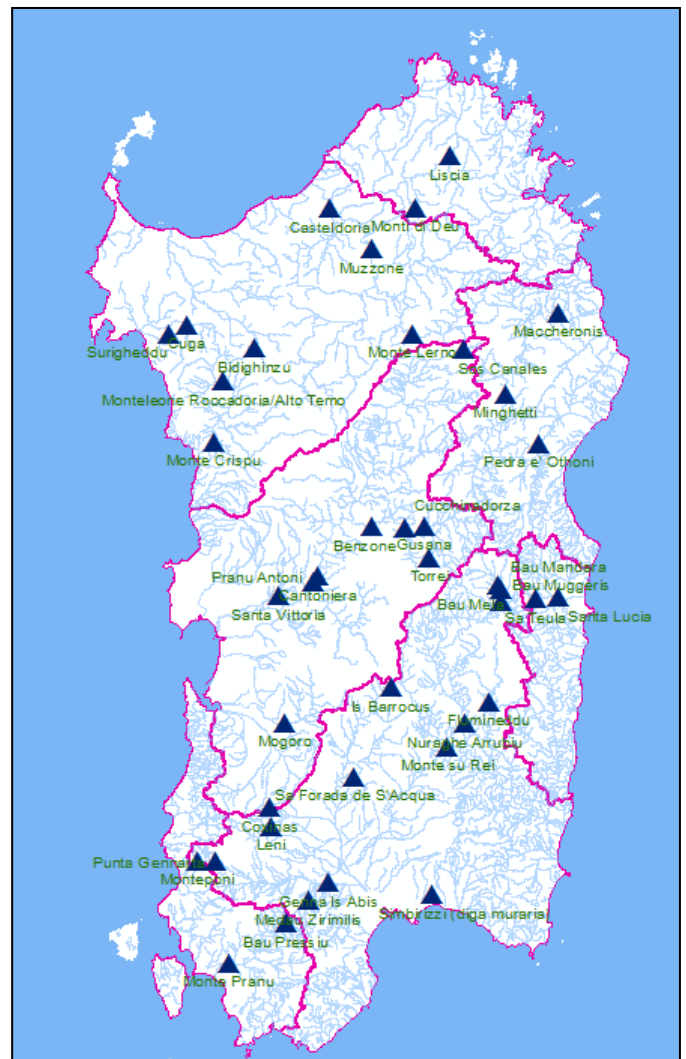
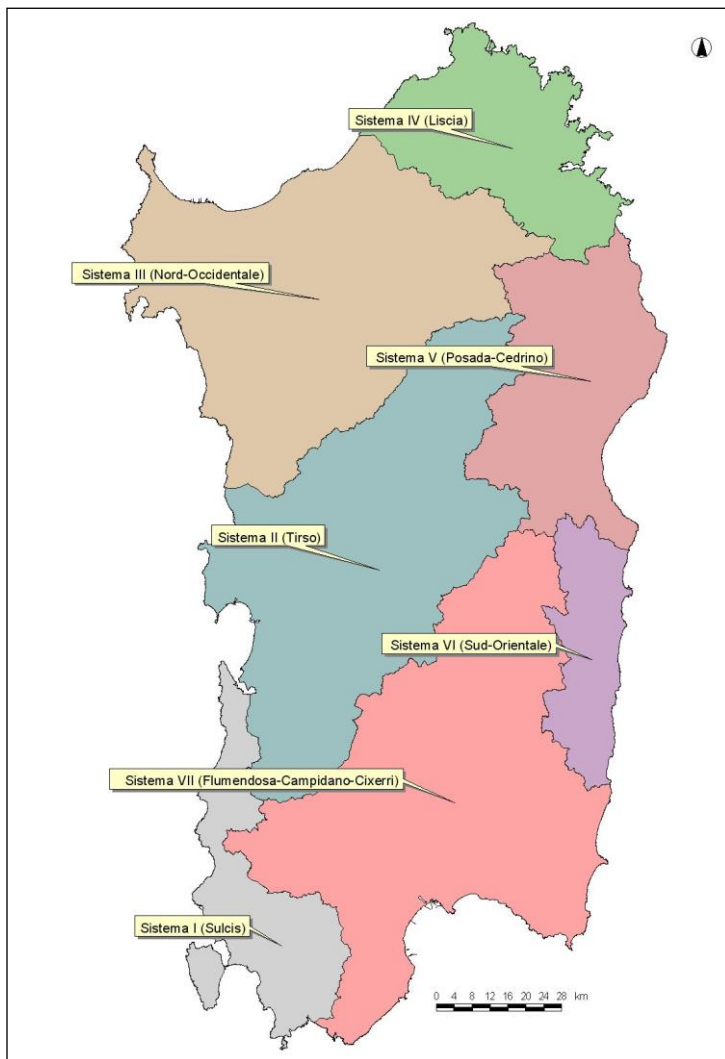
Il sistema di fornitura dell'acqua all'ingrosso coincide quindi con le infrastrutture che sono gestite da ENAS, ente strumentale della Regione Sardegna come stabilito dal DPGR n. 135 del 27.12.2007 e dal DPGR n. 35 del 26.03.2012.

Il territorio regionale è stato ripartito in sette zone idrografiche denominate "Sistemi"; nella figura che segue viene illustrato il territorio regionale suddiviso in sistemi idraulici:

- Sistema 1 – SULCIS, 1.646 km²
- Sistema 2 – TIRSO, 5.372 km²
- Sistema 3 – NORD OCCIDENTALE, 5.402 km²
- Sistema 4 – LISCIA, 2.253 km²
- Sistema 5 – POSADA-CEDRINO, 2.423 km²
- Sistema 6 – SUD ORIENTALE, 1.035 km²
- Sistema 7 – FLUMENDOSA-CAMPIDANO-CIXERRI, 5.960 km²

Inoltre viene considerato un ulteriore sistema, il numero 8, che è costituito da due invasi destinati esclusivamente alla laminazione delle piene: la diga sul Rio Mogoro a Santa Vittoria e quella sul Temo a Monte Crispu.

All'interno di ogni sistema le infrastrutture idrauliche esistenti sono state accorpate in diversi "schemi idraulici" in relazione all'uso della risorsa. Si è stabilito di attribuire al medesimo schema idrico tutte le opere idrauliche che, pur se non direttamente interconnesse tra loro, concorrono al soddisfacimento dei fabbisogni idrici del medesimo territorio.



Come risulta dalle monografie predisposte in fase di ricognizione del sistema idrico multisetoriale regionale e qui allegate, il sistema di approvvigionamento del bacino idrografico della Sardegna risulta alquanto complesso, la cui consistenza può essere riassunta come segue, per quel che riguarda il sistema gestito attualmente da ENAS:

- 31 dighe, per un totale di 1'427 milioni di m³ di volume utile di regolazione;
- 23 traverse fluviali;
- 850 km di acquedotti con tubature di materiali e diametri diversi;
- 200 km di linee di trasporto principali in canale;
- 50 impianti di pompaggio, per un totale di circa 70 MW di potenza installata;
- 5 impianti di produzione di energia idroelettrica, per un totale di 47,5 MW di potenza installata.

Nel quadro che segue è riportata la situazione degli invasi principali dell'isola che, oltre ai serbatoi gestiti da ENAS, comprende altri serbatoi artificiali attualmente gestiti dall'ENEL e dal gestore unico del servizio idrico integrato (Abbanoa SpA).

Come è noto il sistema di approvvigionamento è basato, per la natura idrogeologica dell'isola, sulla capacità di accumulare e regolare le risorse idriche superficiali in grandi serbatoi artificiali in parte fra loro interconnessi.

Oltre a quelli gestiti direttamente dalla RAS tramite l'ente strumentale ENAS fanno parte del sistema primario alcuni altri serbatoi allo stato attuale gestiti dall'ENEL e da Abbanoa.

Il quadro complessivo per i principali serbatoi è il seguente.

SCHEMI IDRICI	SISTEMA	Area Idrografica Protezione Civile	INVASO	Volume di regolazione Autorizzato [Mm ³]		Volume di regolazione di progetto [Mm ³]	
Flumendosa-Campidano-Narcao	7.Flumendosa Campidano Cixerri	Sard A - Iglesias Sard B - Campidano Sard C - Flumendosa	MONTE ARBUS (Rio Leni)	19.50	1	19.50	
			CAPANNA SILICHERI (Flumineddu)	1.44	2	1.44	
			NURAGHE ARRUBIU (Flumendosa)	262.66	3	262.66	
			MONTE SU REI (Rio Mulargia)	320.00	4	320.00	
			CASA FIUME	0.75	5	0.75	
			SA FORADA DE S'ACQUA	1.33	6	1.33	
			SIMBIRIZZI	20.22	7	30.30	
			BAU PRESSIU	8.25	8	8.25	
			GENNA IS ABIS (Rio Cixerri)	24.00	9	24.00	
						658.15	
Fluminimannu	7.Flumendosa Campidano Cixerri	Sard B - Campidano	IS BARROCUS (Flum.Mannu CA)	11.96		11.96	
				11.96		11.96	
Basso Sulcis	1.Sulcis	Sard A - Iglesias	MONTE PRANU	49.30	10	49.30	
				49.30		49.30	
Torrei	2.Tirso	Sard E - Tirso	CRABOSU (RIO TORREI)	0.90		0.94	
				0.90		0.94	
Tirso	2.Tirso	Sard E - Tirso	E.D'ARBOREA (Cantoniera)	366.00	11	499.00	*
			PRANU ANTONI	8.93	12	8.93	
			SANTA VITTORIA	1.23	13	1.23	
					376.16		509.16
Alto Coghinas	3.Nord Occidentale	Sard G - Logudoro	MONTE LERNO (PATTADA)	34.40	14	72.10	
			SOS CANALES	3.58	15	3.58	
					37.98		75.68
Temo-Cuga	3.Nord Occidentale	Sard G - Logudoro	M.LEONE ROCCAD.(TEMO)	70.00	16	70.00	**
			CUGA	20.52	17	34.24	
			BIDIGHINZU	10.90	18	10.90	
			SURIGHEDDU (Rio Cuidongias)	1.93	19	1.93	
					103.35		117.07
Liscia	4.Liscia	Sard F - Gallura	CALAMAIU (LISCIA)	104.00	20	104.00	
				104.00		104.00	
Posada	5.Posada Cedrino	Sard F - Gallura	MACCHERONIS (POSADA)	22.00	21	22.00	
				22.00		22.00	
Cedrino	5.Posada Cedrino	Sard D - Flumendosa	PEDRA E OTHONI (CEDRINO)	16.03		16.03	
				16.03		16.03	
Alto Flumendosa	6.Sud Orientale	Sard D - Flumendosa	BAU MUGGERIS (ENEL)	58.15	22	58.15	
			SANTA LUCIA	3.10	23	3.10	
				61.25		61.25	
Alto Cixerri	7.Flumendosa Campidano Cixerri	Sard A - Iglesias	P.TA GENNARTA	12.10	24	12.10	
			MEDAU ZIRIMILIS	6.20	25	16.70	
				18.30		28.80	
Taloro	2.Tirso	Sard E - Tirso	GUSANA (ENEL)	58.25	26	58.25	
			CUCCHINADORZA (ENEL)	16.45	27	16.45	
			BENZONE (ENEL)	1.08	28	1.08	
				75.78		75.78	
Coghinas	3.Nord Occidentale	Sard G - Logudoro	MUZZONE (COGHINAS) (ENEL)	223.90	29	223.90	
			CASTELDORIA (ENEL)	3.47	30	3.47	
				227.37		227.37	
Alto Taloro	2.Tirso	Sard E - Tirso	OLAI (Abbanoa)	9.24	31	14.75	
			GOVOSSAI (Abbanoa)	0.38	32	2.86	
				9.62		17.61	
TOTALE				1,772.15		1,985.18	

NOTE: * Volume di regolazione di progetto modificato dal PSFF per incrementare il volume di laminazione a protezione dei territori di valle;

** Volume di regolazione di progetto modificata ridotta dalla R.A.S.(Ass.to LL.PP.) a 222.54 msm, riservando alla laminazione delle piene 16 Mmc a protezione di Bosa;

Percentuale di non autorizzato complessivo	11%		
Percentuale di non autorizzato complessivo (esclusa Cantoniera)	5%		

Il ruolo di tali invasi per le caratteristiche idrologiche dei corsi d'acqua della Sardegna, descritte nei precedenti paragrafi, è strategico.

La grande variabilità mensile dell'andamento dei deflussi, unita alla ben più importante variabilità interannuale della medesima grandezza, con un elevato indice di persistenza, rendono di fondamentale importanza per la valutazione della possibilità di utilizzazione delle risorse idriche superficiali, lo studio del processo di regolazione dei deflussi naturali nei serbatoi di accumulo.

Tali elementi evidenziano l'importanza di definire con maggiore attenzione le regole operative di gestione dei serbatoi.

L'importanza di tali elementi del sistema richiama, ovviamente, l'esigenza di mantenere in efficienza la dotazione infrastrutturale, tra l'altro caratterizzata da una implicita complessità trattandosi ogni diga di un'opera unica per le sue caratteristiche tecniche e per le sue interazioni con il terreno circostante.

Opere che devono avere una vita utile molto estesa dell'ordine dei 100 anni.

In tale ambito risultano in corso, oltre alle attività di manutenzione ordinaria, altre attività necessarie per affrontare specifiche problematiche di alcuni sbarramenti.

Nel quadro che precede sono evidenziati (in giallo) gli invasi interessati da tali problematiche che portano ad una riduzione del volume invasabile a seguito dei provvedimenti del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Ufficio Tecnico per le Dighe di Cagliari che definisce per ogni invaso le quote autorizzate.

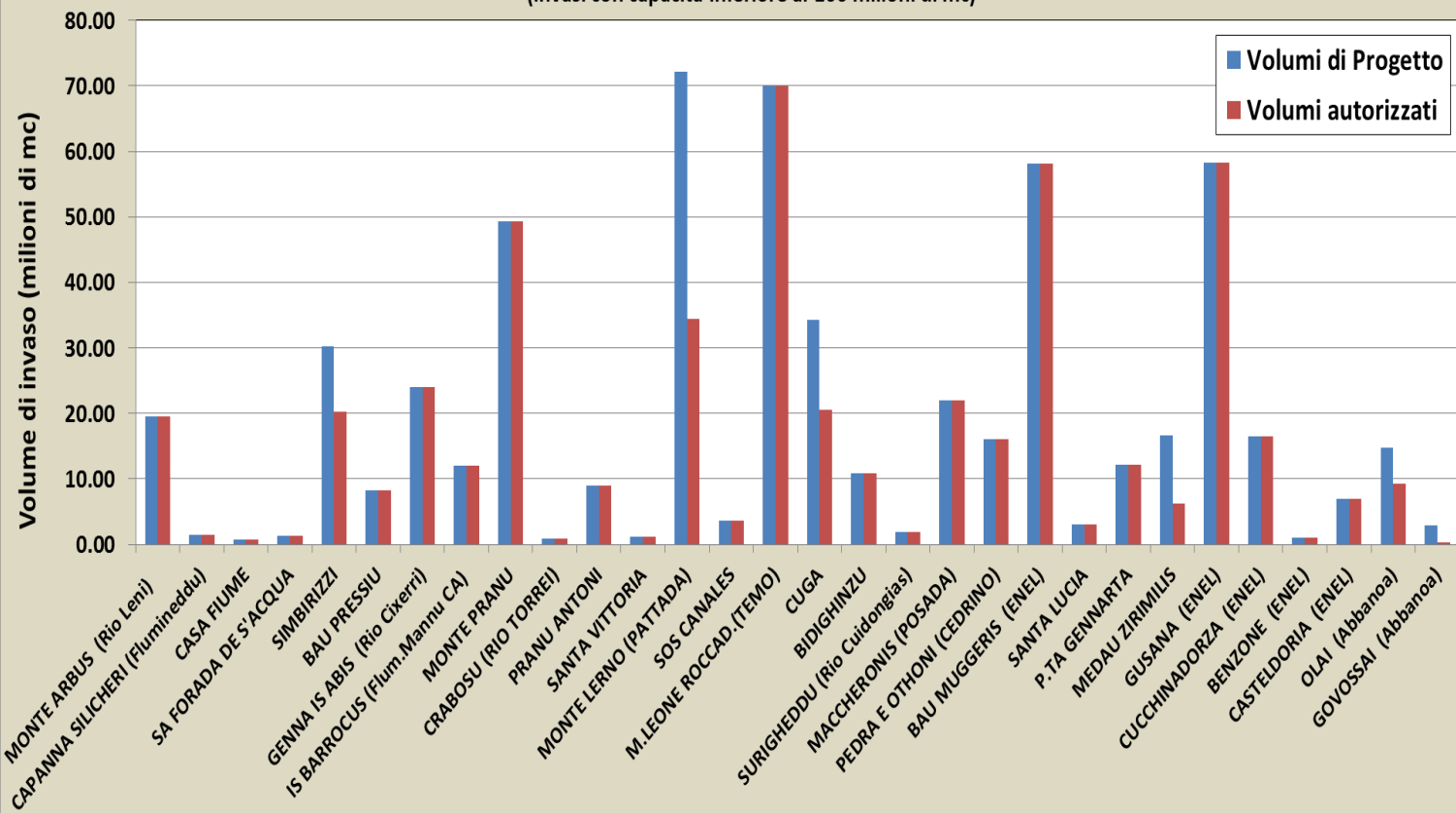
Come si può rilevare il volume disponibile per la regolazione è quasi il 90% del volume teoricamente disponibile sulla base dei documenti progettuali.

Percentuale che sale al 95% se si sottrae dalla statistica la diga sul Tirso a Cantoniera, la più recente tra le grandi dighe realizzate e ancora in invaso sperimentale per la necessaria cautela che deve essere dedicata ad un'opera di tale imponenza e complessità che è il più grande serbatoio artificiale d'Italia oggi in esercizio.

Nei grafici che seguono sono rappresentati i raffronti tra capacità di regolazione autorizzata e quella di progetto.

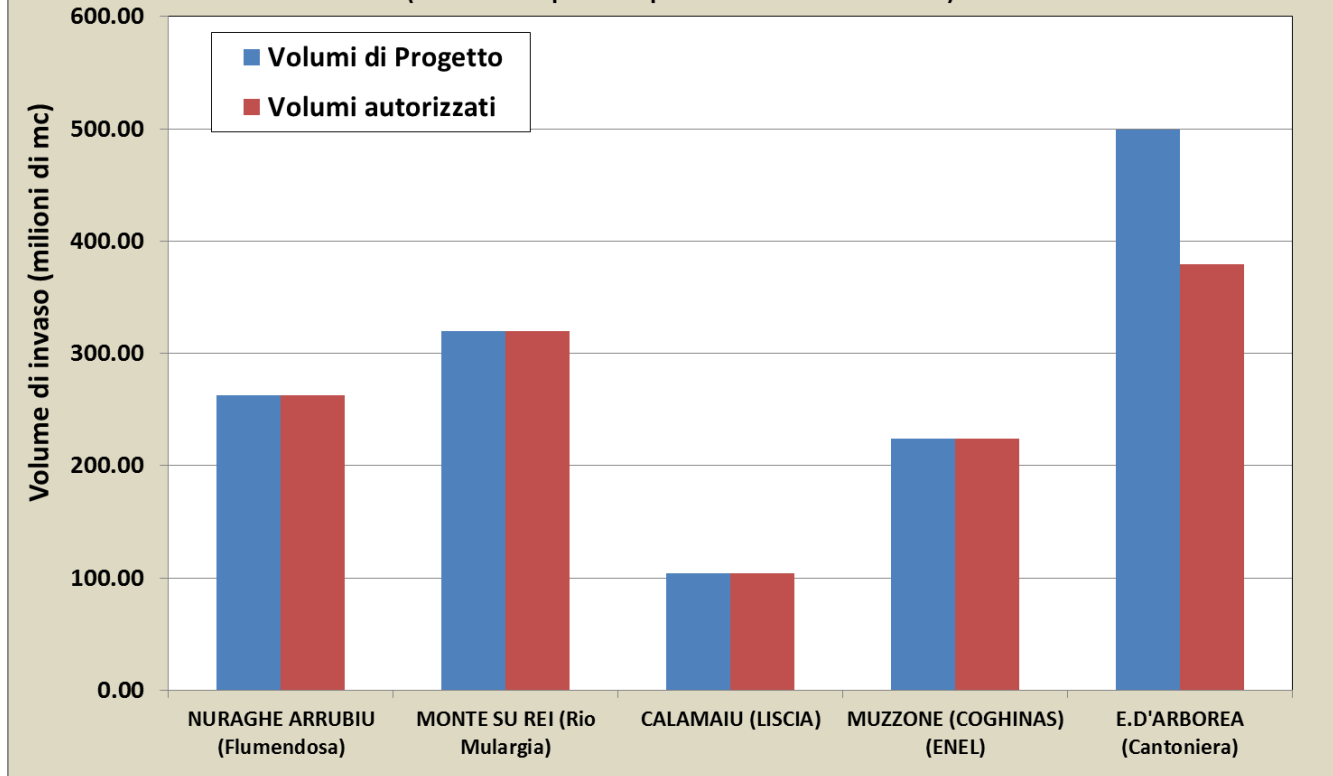
Confronto tra i volumi di regolazione di progetto e quelli autorizzati

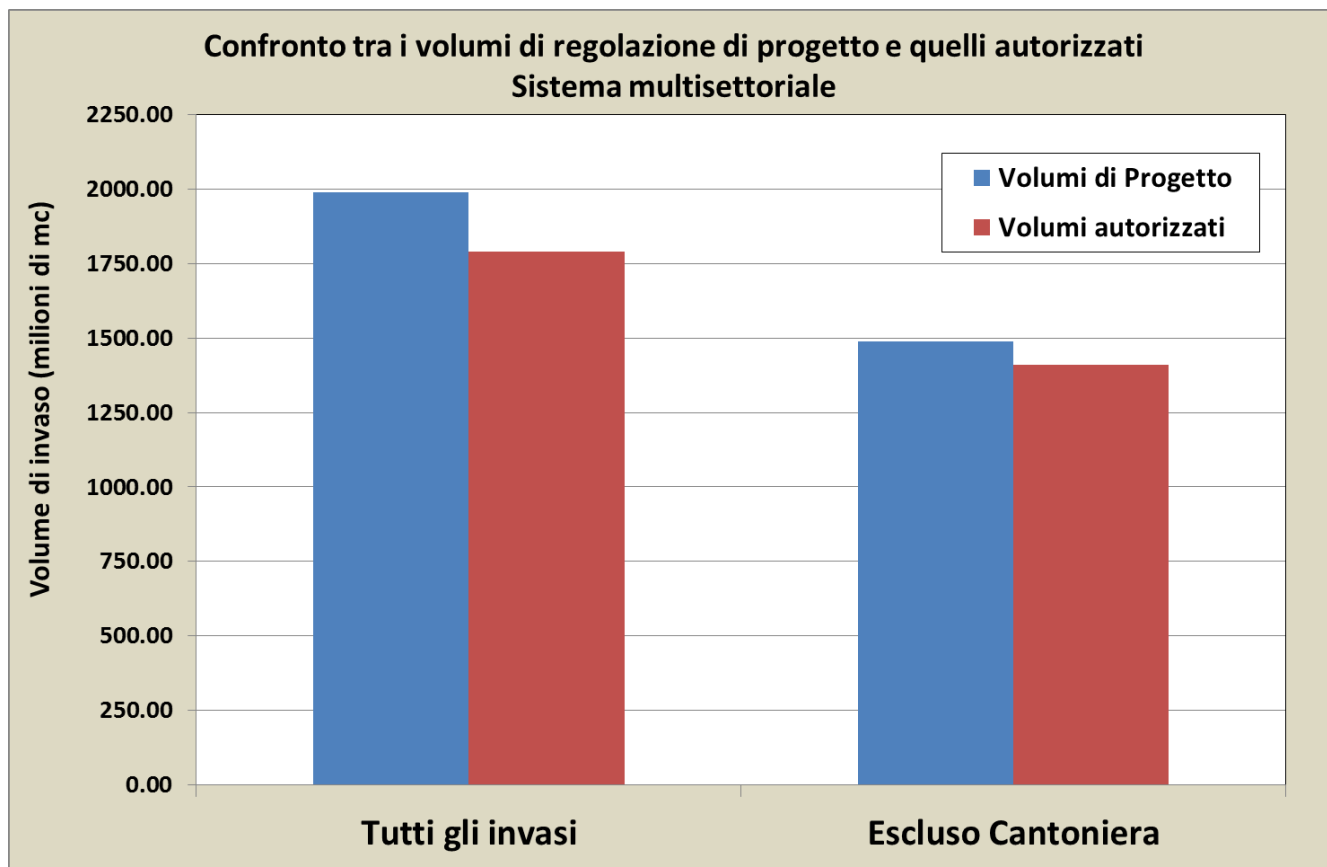
(invasi con capacità inferiore ai 100 milioni di mc)



Confronto tra i volumi di regolazione di progetto e quelli autorizzati

(invasi con capacità superiore ai 100 milioni di mc)





La situazione nel suo complesso ha le caratteristiche di ordinario esercizio per un sistema infrastrutturale così delicato ed anche datato. La maggior parte delle dighe sono in attività da moltissimi decenni.

Tuttavia è ovvio che localmente la necessità di interventi che consentano di ripristinare le ottimali condizioni di esercizio è assolutamente di primaria importanza.

Trascurando i serbatoi di Simbirizzi e del Torrei, che sono in grado di assorbire le riduzioni adottate, restano sei serbatoi per i quali è necessario, di intesa con l'Ufficio Tecnico delle Dighe, individuare le soluzioni di intervento infrastrutturale e/o di miglioramento delle condizioni operative per ripristinare le quote di regolazione di progetto.

Per la strategicità locale e per l'importanza dell'opera sono da considerare certamente prioritarie le dighe sul Mannu di Pattada a Monte Lerno e sul Tirso a Cantoniera.

Recentemente ENAS, per l'invaso sul Tirso, ha inoltrato al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Direzione Generale per le dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche una richiesta di autorizzazione all'esercizio ordinario dell'invaso sino alla quota di 105,00 m s.l.m., per un volume di regolazione di circa 450 milioni di mc. Rispetto ai 499 milioni di mc stabiliti dal Piano Stralcio Fasce Fluviali per la funzione di regolazione tale valore porterebbe il coefficiente di utilizzazione del serbatoio al valore del 90%.

Una situazione specifica è quella della diga sul Posada a Maccheronis. Questo vaso aveva una capacità di regolazione di 25 milioni di mc. E' stato poi predisposto un progetto ed avviati i lavori per portarne la capacità a circa 30 milioni di mc. Nella fase di costruzione era previsto transitoriamente di portare la capacità di regolazione a 22 milioni di mc. Poiché i lavori sono allo stato attuale interrotti, oggi la capacità di regolazione è di 22 milioni di mc. Per cui non c'è di fatto una limitazione di vaso in termini amministrativi ma una limitazione di vaso fisicamente determinata dall'attuale configurazione delle opere.

Son tra l'altro in corso degli studi ed analisi da parte di ENAS per verificare la sicurezza dello sbarramento nelle attuali condizioni che sarebbero dovute permanere solo per un limitato periodo di tempo.

4 Bilancio Idrico ai serbatoi del Sistema Idrico Multisetoriale Regionale

4.1 *Bollettino dei serbatoi artificiali del sistema idrico multisetoriale della Sardegna: indicatori di stato per il monitoraggio della siccità*

La disponibilità di risorsa idrica è un fattore di primaria importanza che si ripercuote sulle attività umane, dal settore civile a quello agricolo, dal settore industriale a quello ricreativo, ed i fenomeni siccitosi possono avere un impatto rilevante sia sull'ambiente sia sull'economia regionale. Per siccità si intende “un periodo sufficientemente prolungato caratterizzato da scarsità nella disponibilità della risorsa idrica da determinare un significativo squilibrio idrologico nel territorio” (“Glossary of Meteorology” - 1959).

Generalmente si fa riferimento a 4 tipi di siccità:

- meteorologica: scostamento negativo eccessivo di una variabile meteorologica (ad esempio la precipitazione) rispetto ai valori considerati normali;
- agricola: situazione in cui il contenuto idrico del terreno non è sufficiente per i fabbisogni delle colture;
- idrologica: scostamento negativo eccessivo di una variabile idrologica (ad esempio i deflussi, le risorse idriche sotterranee) rispetto ai valori considerati normali;
- socio-economica: si riferisce alla situazione che si determina quando la scarsità nella disponibilità della risorsa idrica inizia a creare disagi agli utilizzatori.

Al fine di fornire un utile strumento per migliorare la gestione delle risorse idriche dell'intero territorio regionale è stato implementato ed è operativo uno strumento analitico di monitoraggio della siccità.

È stato pertanto elaborato un modello che, sulla base delle informazioni acquisite continuativamente tramite il monitoraggio, raffronta le risorse disponibili con i fabbisogni ed elabora gli scenari di bilancio idrico prevedibili, nel breve e medio termine, per tutti i sistemi idrografici del territorio regionale. In particolare il modello mese per mese consente di determinare il valore assunto da un “indicatore di siccità” che, per ciascun sistema idrico, permette di valutare i rischi al fine di poter gestire proattivamente eventuali crisi idriche.

I risultati di questa attività vengono riportati nel “*Bollettino dei serbatoi artificiali del sistema idrico multisetoriale della Sardegna*” che la Regione, con cadenza mensile, pubblica nel sito dell'Autorità di Bacino all'indirizzo <http://www.regione.sardegna.it/autoritadibacino>.

Di seguito si riportano, in estrema sintesi, le fasi con cui si sviluppa il sistema di analisi per la determinazione degli indicatori di siccità:

- a) implementazione di un modello di simulazione dell'intero sistema regionale con passo temporale mensile;
- b) definizione della serie idrologica di input alle sezioni di interesse: serie storica 1922-1975 (serie SISS) “riscalata” così da pervenire ad una serie, utilizzando i frattili storici, ma modificando la media portandola al 45% della serie 22-75 e fissando lo scarto al 70% dello scarto 22-75 (distribuzione dei totali annui lognormale);

- c) definizione dei volumi erogabili da ciascun sistema e sub sistema con il modello di simulazione, ottimizzando le regole di gestione e stabilendo una scorta minima nei serbatoi pari ad almeno un anno della richiesta potabile;
- d) generazione di serie sintetiche alle 58 sezioni di interesse di 500 anni: al fine di rispettare la correlazione spaziale osservata sono state calcolate le componenti principali (trasformazione lineare dei dati osservati) tra loro indipendenti; sono stati generati 500 anni di componenti principali; mediante antitrasformazione delle componenti principali sono state generate le serie sintetiche di 500 anni alle sezioni di interesse che rispettano i parametri imposti (medie, scarti e matrice di correlazione spaziale);
- e) simulazione del sistema idrico multisettoriale regionale, con le serie sintetiche dei deflussi come variabili di input e con le erogazioni e le variabili di stato come uscite della simulazione: fra queste risulta di specifico interesse la serie sintetica dei volumi mensili di invaso ai 34 serbatoi di regolazione estesa per 500 anni;
- f) calcolo delle frequenze di non superamento dei volumi invasati nei singoli serbatoi (o della somma dei volumi invasati in più serbatoi interconnessi) per ciascun mese dell'anno.

L'indicatore di siccità risulta quindi determinato dal calcolo della frequenza osservata nelle condizioni attuali. Gli indicatori così calcolati vengono interpretati sulla base di un Piano (Piano di gestione delle crisi) che definisce, in funzione del livello assunto dall'indicatore, le procedure di gestione che consistono in:

- interventi di restrizione e riduzione delle erogazioni;
- interventi per l'attivazione delle riserve strategiche e per l'uso combinato di risorse superficiali e sotterranee;
- interventi per la messa in atto di un complesso di misure di mitigazione.

Nella tabella che segue si riporta il *Piano di gestione delle crisi*:

Tabella - Piano di Gestione delle crisi - Puntatori di allerta in funzione degli indicatori di stato degli invasi

REGIME ORDINARIO (normalità) I = 0,5 - 1	Gestione secondo gli indirizzi di pianificazione generale.
LIVELLO DI VIGILANZA (preallerta) I = 0,3 - 0,5	E' necessario monitorare i parametri climatici per stimare con prontezza l'innescò di eventuali fluttuazioni; nel contempo è opportuno controllare i consumi portandoli ad un primo livello di riduzione che non determina svantaggi agli utenti.
LIVELLO DI PERICOLO (allerta) I = 0,15 - 0,3	Il livello di erogazione deve essere ridotto in media, secondo le categorie di priorità degli usi, al fine di gestire in modo proattivo l'eventuale persistenza del periodo secco; contestualmente devono essere attivate le previste misure di mitigazione.
LIVELLO DI EMERGENZA I = 0 - 0,15	In questo campo non si dovrebbe entrare, a seguito degli interventi di riduzione delle erogazioni di cui ai punti precedenti, è necessario, comunque, attivare ulteriori restrizioni nelle erogazioni; se si verificano livelli di emergenza e, in precedenza, le misure previste sono state puntualmente osservate, tale evento potrebbe significare che i parametri statistici delle serie si sono ulteriormente modificati e che quindi deve essere rivalutata l'erogazione media ammissibile in regime ordinario.

I dati dei volumi idrici invasati nel Sistema Idrico Multisetoriale Regionale (SIMR) al 30 aprile 2017 analizzati nel rapporto relativo al Sistema di monitoraggio e di preallarme della siccità, operativo presso la Direzione generale Agenzia regionale del Distretto Idrografico della Sardegna - Servizio Tutela e gestione delle risorse idriche, hanno evidenziato un livello di vigilanza e quindi di preallerta per l'intero sistema di approvvigionamento idrico della Sardegna, caratterizzato da un approvvigionamento pressoché interamente basato sulle risorse accumulate negli invasi del Sistema Idrico Multisetoriale Regionale.

Dall'analisi del suddetto rapporto, nel quale è rappresentata la situazione attuale inquadrata nel suo andamento storico dal 1997, emerge che la situazione delle riserve idriche nell'insieme dei serbatoi artificiali dell'isola è stata fortemente condizionata dagli ultimi anni di precipitazioni scarse che hanno interessato tutte le aree idrografiche dell'isola.

Come si rileva dall'analisi dei dati, al momento, quello in corso risulta essere il quarto anno consecutivo nel quale, in una parte dei sistemi idrici, si deve far fronte al fabbisogno idrico multisetoriale regionale andando ad utilizzare, parzialmente, le riserve idriche accumulate nei serbatoi negli anni di apporti più favorevoli. In altri sistemi si registra, altresì, un importante segnale di recupero delle riserve.

Nelle tabelle e nel grafico seguenti vengono riportati i valori relativi alle riserve idriche accumulate negli invasi della Sardegna aggiornati al 30 aprile 2017 e i rispettivi indicatori di stato per il monitoraggio della siccità. I valori si riferiscono sia agli invasi gestiti dall'Ente Acque della Sardegna (ENAS) e sia a quelli gestiti da ENEL e da Abbanoa SpA.

Dall'analisi del suddetto rapporto, nel quale è rappresentata la situazione attuale inquadrata nel suo andamento storico dal 1997, emerge che la situazione delle riserve idriche nell'insieme dei serbatoi artificiali dell'isola è stata fortemente condizionata dagli ultimi anni di precipitazioni scarse che hanno interessato tutte le aree idrografiche dell'isola.

Come si rileva dall'analisi dei dati, al momento, quello in corso risulta essere il quarto anno consecutivo nel quale, in una parte dei sistemi idrici, si deve far fronte al fabbisogno idrico multisetoriale regionale andando ad utilizzare, parzialmente, le riserve idriche accumulate nei serbatoi

negli anni di apporti più favorevoli. In altri sistemi si registra, altresì, un importante segnale di recupero delle riserve.

SITUAZIONE ATTUALE DEGLI INVASI DEL SISTEMA IDRICO MULTISETTORIALE REGIONALE

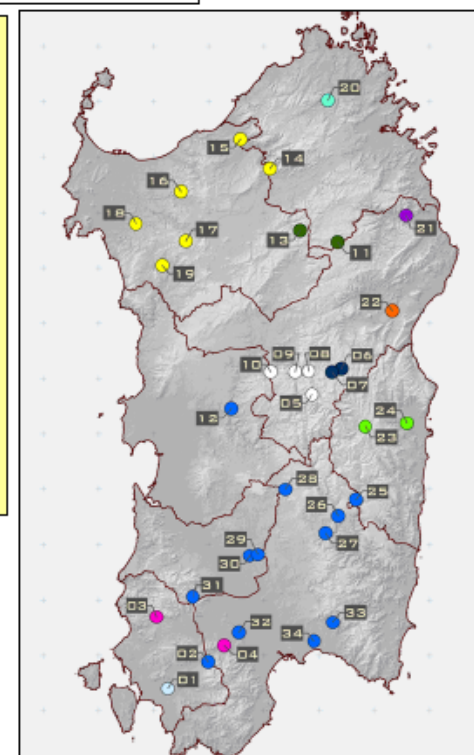
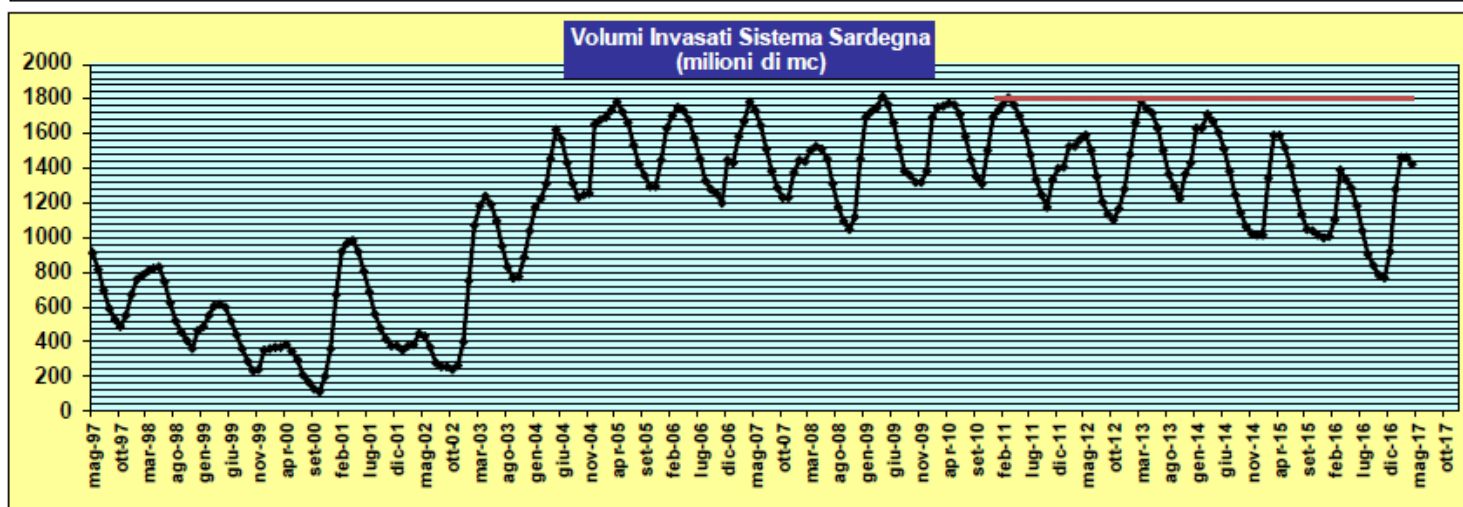
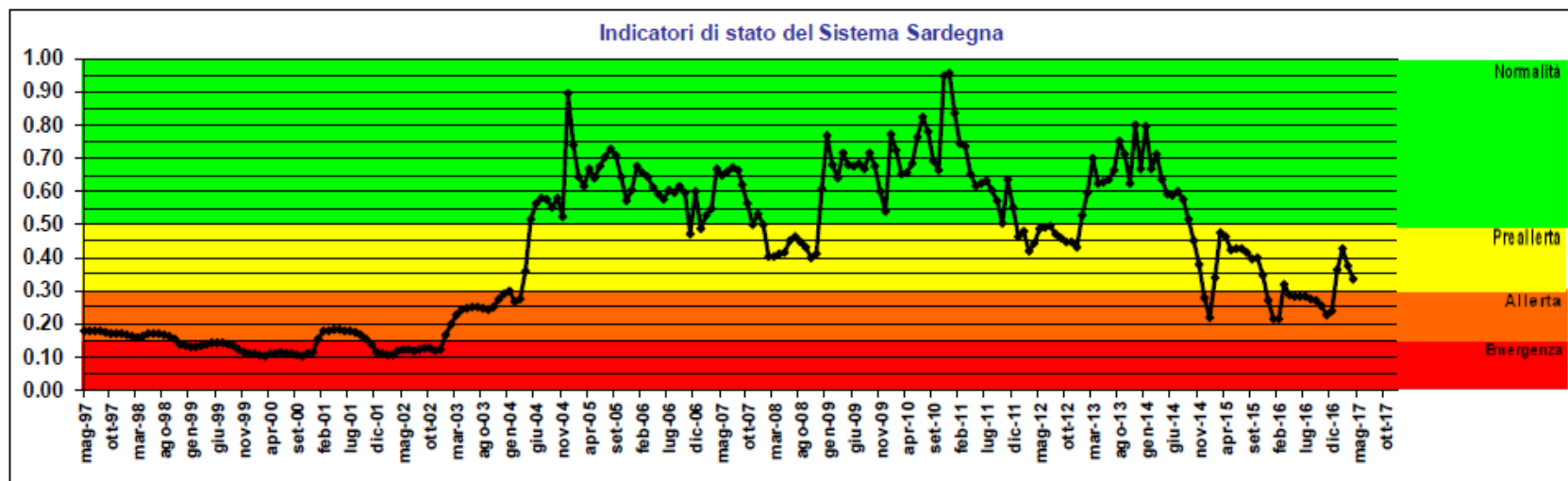
ZONA IDROGRAFICA		INVASO	Volume Autorizzato	Situazione attuale 30 aprile 2017		Situazione mese precedente 31 marzo 2017		Situazione 30 settembre 2016		Situazione anno precedente 30 aprile 2016		Variazione di invaso dal 30 settembre 2016			
				Volume invasato	%	Volume invasato	%	Volume invasato	%	Volume invasato	%	Volume invasato	% del volume autorizzato		
I	SULCIS IGLESIENTE	1 MONTE PRANU	49.30	25.25	51.2%	26.39	53.5%	17.43	35.4%	28.10	57.0%	7.82	15.9%		
		2 BAU PRESSIU	8.25	4.58	55.5%	4.72	57.2%	1.96	23.8%	2.59	31.4%	2.62	31.8%		
		3 P.TA GENNARTA	12.20	2.70	22.1%	2.97	24.3%	3.20	26.2%	7.51	61.6%	-0.50	-4.1%		
		4 MEDAU ZIRIMILIS	6.20	2.01	32.4%	2.18	35.2%	0.25	4.0%	1.58	25.5%	1.76	28.4%		
		Totali	75.95	34.54	45.5%	36.26	47.7%	22.84	30.1%	39.78	52.4%	11.70	15.4%		
II	TIRSO	5 RIO TORREI	0.90	0.93	103.3%	0.87	96.7%	0.35	38.9%	0.93	103.3%	0.58	64.4%		
		6 OLAI	9.14	9.65	105.6%	10.34	113.1%	7.52	82.3%	11.69	127.9%	2.13	23.3%		
		7 GOVOSSAI	0.45	0.73	162.2%	0.69	153.3%	0.55	122.2%	0.86	191.1%	0.18	40.0%		
		8 GUSANA	58.25	51.00	87.6%	45.88	78.8%	40.81	70.1%	48.00	82.4%	10.19	17.5%		
		9 CUCCHINADORZA	16.45	5.20	31.6%	12.26	74.5%	8.69	52.8%	8.20	49.8%	-3.49	-21.2%		
		10 BENZONE	1.08	0.80	74.1%	0.89	82.4%	0.96	88.9%	0.50	46.3%	-0.16	-14.8%		
		11 SOS CANALES	3.58	3.37	94.1%	3.53	98.6%	0.63	17.6%	1.98	55.3%	2.74	76.5%		
		12 E. D'ARBOREA (Cantoniara)	366.00	382.76	104.6%	386.95	105.7%	221.78	60.6%	354.06	96.7%	160.98	44.0%		
		Totali	455.85	454.44	99.7%	461.41	101.2%	281.29	61.7%	426.22	93.5%	173.15	38.0%		
		III	COGHINAS MANNU TEMO	13 MONTE LERNO (PATTADA)	34.40	32.57	94.7%	34.58	100.5%	14.66	42.6%	29.41	85.5%	17.91	52.1%
				14 MUZZONE (COGHINAS)	223.90	180.60	80.7%	201.06	89.8%	119.06	53.2%	160.70	71.8%	61.54	27.5%
				15 CASTELDORIA	3.47	2.50	72.0%	1.76	50.7%	1.51	43.5%	2.00	57.6%	0.99	28.5%
16 BUNNARI ALTA				0.00		0.00				0.00					
17 BIDIGHINZU	10.90			2.61	23.9%	2.90	26.6%	1.26	11.6%	8.29	76.1%	1.35	12.4%		
18 CUGA	20.52			7.44	36.3%	9.01	43.9%	12.66	61.7%	15.32	74.7%	-5.22	-25.4%		
19 M. LEONE ROCCADORIA (TEMO)	70.00			23.24	33.2%	25.06	35.8%	25.90	37.0%	58.49	83.6%	-2.66	-3.8%		
Totali	363.19			248.96	68.5%	274.37	75.5%	175.05	48.2%	274.21	75.5%	73.91	20.4%		
IV	LISCIA			20 CALAMAIU (LISCIA)	104.00	80.11	77.0%	82.44	79.3%	30.89	29.7%	56.50	54.3%	49.22	47.3%
		Totali	104.00	80.11	77.0%	82.44	79.3%	30.89	29.7%	56.50	54.3%	49.22	47.3%		
V	POSADA CEDRINO	21 MACCHERONIS (POSADA)	22.00	19.98	90.8%	19.41	88.2%	2.22	10.1%	18.01	81.9%	17.76	80.7%		
		22 PEDRA E OTHONI (CEDRINO)	16.03	14.26	89.0%	12.03	75.0%	4.43	27.6%	15.45	96.4%	9.83	61.3%		
		Totali	38.03	34.24	90.0%	31.44	82.7%	6.65	17.5%	33.46	88.0%	27.59	72.5%		
VI	SUD ORIENTALE	23 BAU MUGGERIS (Flumendosa)	58.15	49.20	84.6%	51.28	88.2%	29.64	51.0%	43.30	74.5%	19.56	33.6%		
		24 SANTA LUCIA	3.10	3.11	100.3%	3.12	100.6%	2.82	91.0%	3.11	100.3%	0.29	9.4%		
		Totali	61.25	52.31	85.4%	54.40	88.8%	32.46	53.0%	46.41	75.8%	19.85	32.4%		
VII	FLUMENDOSA CAMPIDANO CIXERRI	25 CAPANNA SILICHERI (Flumineddu)	1.44	0.73	50.7%	0.04	2.8%	0.58	40.3%	0.59	41.0%	0.15	10.4%		
		26 NURAGHE ARRUBIU (Flumendosa)	262.66	173.36	66.0%	172.39	65.6%	156.93	59.7%	186.25	70.9%	16.43	6.3%		
		27 MONTE SU REI (Rio Mulargia)	320.00	281.67	88.0%	289.05	90.3%	94.20	29.4%	211.29	66.0%	187.47	58.6%		
		28 IS BARROCUS (Fluminimannu CA)	11.99	9.57	79.8%	9.62	80.2%	7.28	60.7%	10.66	88.9%	2.29	19.1%		
		29 SA FORADA DE S'ACQUA	1.33	1.07	80.5%	0.88	66.2%	1.05	78.9%	0.52	39.1%	0.02	1.5%		
		30 CASA FIUME	0.75	0.40	53.3%	0.47	62.7%	0.55	73.3%	0.30	40.0%	-0.15	-20.0%		
		31 MONTE ARBUS (Rio Leni)	19.50	8.68	44.5%	9.28	47.6%	4.13	21.2%	12.26	62.9%	4.55	23.3%		
		32 GENNA IS ABIS (Rio Cixerri)	24.01	21.29	88.7%	21.95	91.4%	15.56	64.8%	20.23	84.3%	5.73	23.9%		
		33 CORONGIU 3	4.74	2.97	62.7%	3.66	77.2%	2.03	42.8%	2.73	57.6%	0.94	19.8%		
		34 SIMBIRIZZI	20.22	14.51	71.8%	16.39	81.1%	5.44	26.9%	17.11	84.6%	9.07	44.9%		
		Totali	666.64	514.25	77.1%	523.73	78.6%	287.75	43.2%	461.94	69.3%	226.50	34.0%		
TOTALE GENERALE			1764.91	1418.85	80.4%	1464.05	83.0%	836.93	47.4%	1338.52	75.8%	581.92	33.0%		

**SITUAZIONE ATTUALE DEGLI SCHEMI IDRICI DEL SISTEMA MULTISSETTORIALE REGIONALE
INDICATORI DI STATO PER IL MONITORAGGIO DELLA SICCAITA'**

Volumi [Mm³]

Sistema Idrico	Cod	INVASO	Volume di regolazione autorizzato	Situazione attuale 30 aprile 2017			Volume di regolazione da modello di simulazione
				Volume invasato	%	Indicatore di stato simulato	
Basso Sulcis	1	MONTE PRANU	49.30	25.25	51.22	0.20	49.30
Alto Cixerri	3	P.TA GENNARTA	18.30	4.77	26.07	0.15	19.40
	4	MEDAU ZIRIMILIS					
Alto Taloro	6	OLAI	9.59	10.38	108.19	0.29	19.26
	7	GOVOSSAI					
Alto Coghinas	13	MONTE LERNO (PATTADA)	37.98	35.94	94.63	0.30	75.42
	11	SOS CANALES					
Nord Occidentale	14	MUZZONE (COGHINAS)	328.79	216.39	65.81	0.22	323.85
	15	CASTELDORIA					
	16	BUNNARI ALTA					
	17	BIDIGHINZU					
	18	CUGA					
	19	M. LEONE ROCCADORIA (TEMO)					
Gallura	20	CALAMAIU (LISCIA)	104.00	80.11	77.03	0.55	104.00
Posada	21	MACCHERONIS (POSADA)	22.00	19.98	90.82	0.26	25.00
Cedrino	22	PEDRA E OTHONI (CEDRINO)	16.03	14.26	88.96	0.28	16.05
Ogliastra	23	BAU MUGGERIS (Flumendosa)	61.25	52.31	85.40	0.33	61.47
	24	SANTA LUCIA					
Tirso -Flumendosa	2	BAU PRESSIU	1040.88	901.59	86.62	0.42	1138.48
	25	CAPANNA SILICHERI (Flumineddu)					
	26	NURAGHE ARRUBIU (Flumendosa)					
	27	MONTE SU REI (Rio Mulargia)					
	28	IS BARROCUS (Fluminimannu CA)					
	29	SA FORADA DE S'ACQUA					
	30	CASA FIUME					
	31	MONTE ARBUS (Rio Leni)					
	32	GENNA IS ABIS (Rio Cixerri)					
	33	CORONGIU 3					
34	SIMBIRIZZI						
	12	OMODEO (Tirso a Cantoniera)					
Sardegna		Tutti i serbatoi	1764.80	1418.91	80.40	0.33	1907.63

Analisi storica degli indicatori di stato



4.2 Le erogazioni dal SIMR

Per quel che riguarda le erogazioni effettive del 2016, emerge dalla tabella seguente, che fa riferimento alle sole utenze di competenza ENAS, che la stagione fortemente secca e calda ha determinato maggiori erogazioni nel settore irriguo nel suo complesso, pari a circa l'7%, con i maggiori extra volumi concentrati nei Campidani di Oristano e Cagliari.

Tale incremento è stato parzialmente recuperato nei settori civile ed industriale per cui lo scostamento complessivo dal programmato si attesta sul +3%.

Per quel che riguarda le due situazioni più critiche, rispetto ad una erogazione media per l'uso agricolo di 25 milioni di mc all'anno per il Liscia sono stati assegnati 19 milioni di mc per il 2016, con una riduzione del 24%.

Analoga la situazione per il Posada dove rispetto ad una erogazione media per l'uso agricolo di 24 milioni di mc all'anno per il Liscia sono stati assegnati 18 milioni di mc per il 2016, con una riduzione del 25%.

Mentre per il Liscia la programmazione è stata rispettata, per il Posada sono state necessarie pesanti limitazioni negli ultimi mesi dell'anno per rientrare sostanzialmente nei volumi programmati.

Gli altri sistemi non hanno subito limitazioni, tanto che rispetto alle erogazioni medie degli ultimi anni la riduzione complessiva (compresi Liscia e Posada) è stata del 2.7%.

In definitiva già con la *Delibera del Comitato Istituzionale n.1 del 17.05.2016 "Attività di cui alla deliberazione n. 1 del 21.01.2016 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino: Programmazione risorse idriche annualità 2016"* era stato evidenziato che l'anno idrologico in corso 2015-2016 si è rivelato essere uno dei più critici nei quasi cento anni di osservazione dal 1922, con una persistenza pluriennale dei fenomeni siccitosi e che di conseguenza l'indicatore di stato per il monitoraggio ed il preallarme della siccità dell'intera isola relativo al mese di aprile 2016, registrava una condizione di "allerta" o livello di pericolo, con un valore dell'indicatore pari a 0,29.

Sulla base di tali elementi era stato deciso di limitare le erogazioni ai soli usi agricoli degli schemi precedentemente citati (Liscia e Posada) ed era stato precisato che le assegnazioni per gli usi irrigui del 2017 saranno condizionate dagli apporti dell'anno idrologico 2016-2017.

Limitazioni all'uso agricolo già nel 2016 avrebbero determinato un danno certo nell'anno in corso a fronte di un danno, per ora solo possibile, nel 2017.

Nelle tabelle che seguono sono riportati in dettaglio i volumi prelevati dalle diverse prese del Sistema Idrico Multisetoriale Regionale gestito da ENAS nell'anno 2016 e per il periodo 2009-2016 l'andamento storico dei prelievi dei principali utenti, anche in termini grafici.

In quest'ultima viene riportata a confronto anche la previsione di erogazione per il 2017 che verrà illustrata nei paragrafi successivi.

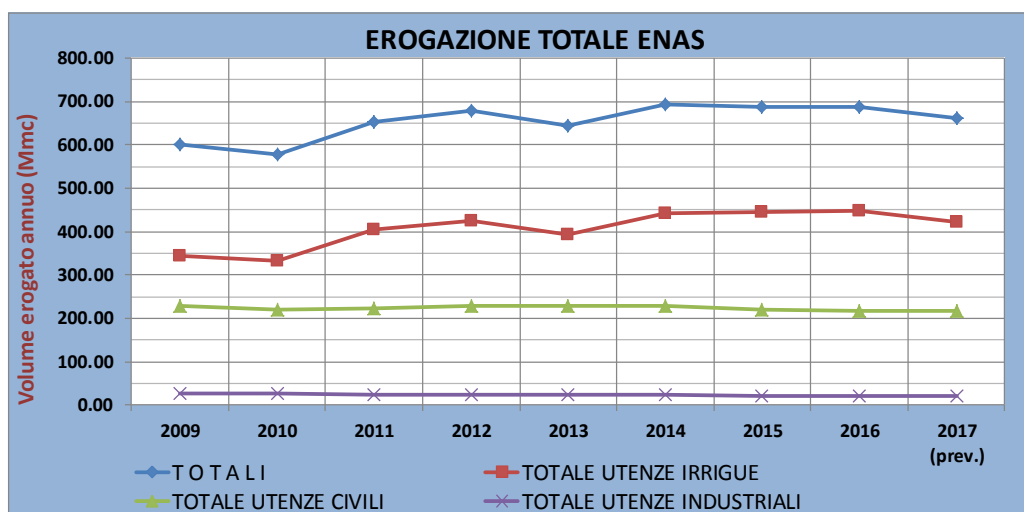
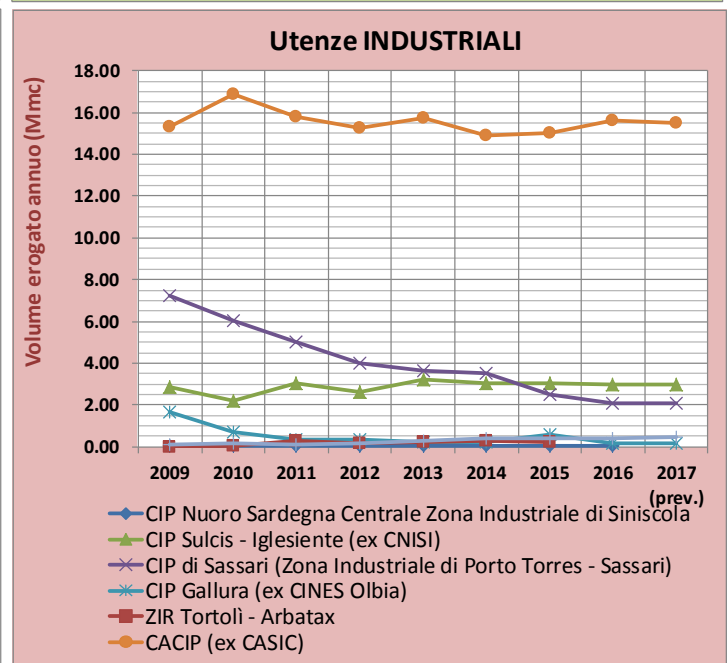
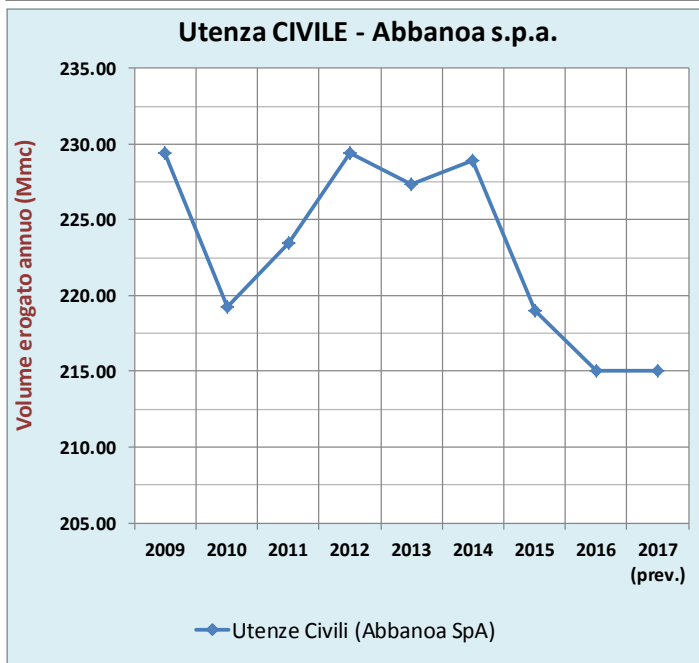
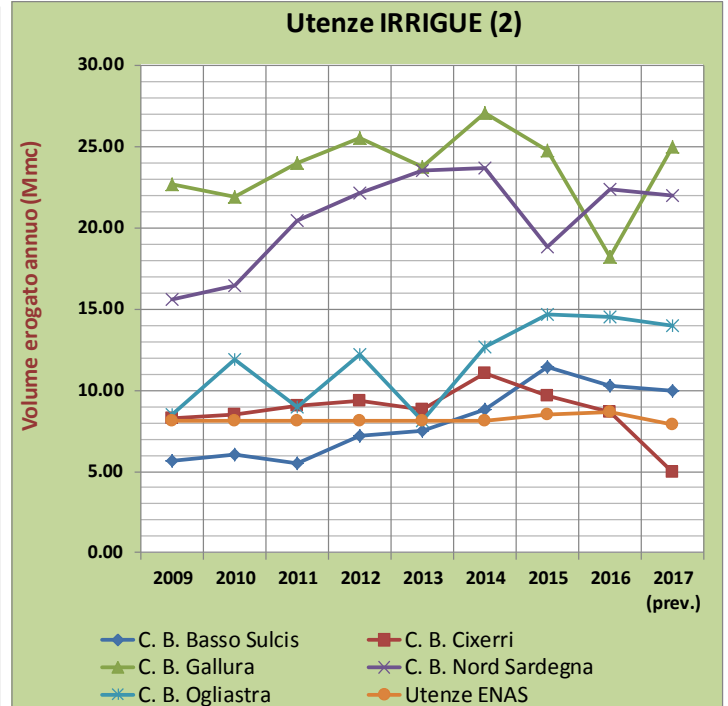
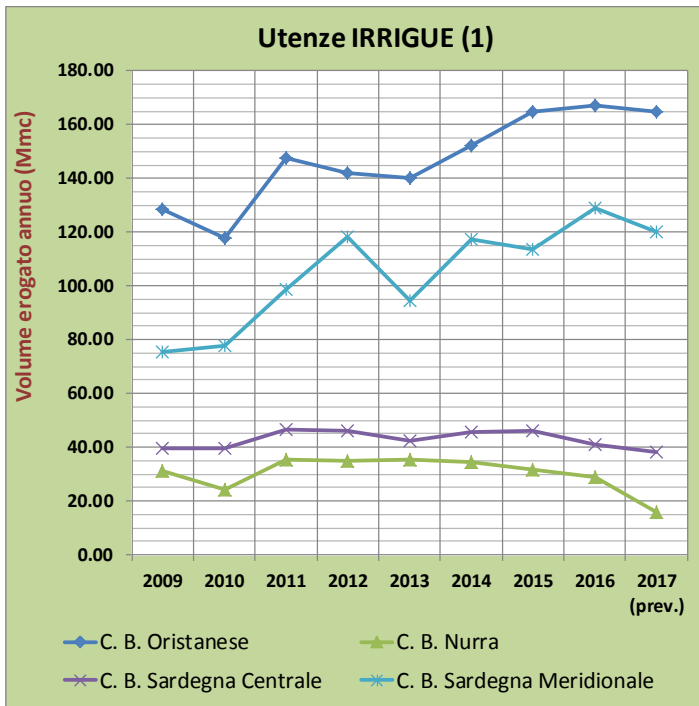
SISTEMI IDRICI	UTENTE CIVILE	VOLUME ASSEGNATO 2016	EROGAZIONE CIVILE 2016
Sulcis (Bau Pressiu)	Societa' ABBANOVA S.p.A.	1.00	2.61
Tirso (Torrei)		1.50	1.35
Nord Occidentale (Temo -Cuga - Bidighinzu)		21.50	28.35
Nord Occidentale (Coghinas)		45.00	36.90
Nord Occidentale (Alto Tirso)		10.00	9.28
Liscia		23.80	24.80
Liscia (da rete CIP Gallura)		0.80	0.61
Posada (Maccheronis)		6.50	6.27
Cedrino (Pedra e' Othoni)		3.50	3.65
Sud Orientale (Alto Flumendosa)		10.00	1.89
Flumendosa-Campidano-Cixerri		99.50	99.95
Totali		223.10	215.98

SISTEMI IDRICI	UTENTE INDUSTRIALE	VOLUME ASSEGNATO 2016	EROGAZIONEIndustr. 2016
Sulcis (Monti Pranu)	CIP Sulcis Iglesiente (ec CNISI)	3.35	2.99
Nord Occidentale (Coghinas)	CIP di Sassari	2.70	2.06
Liscia	CIP Gallura	0.80	0.15
Posada (Maccheronis)	Consorzio per la Zona industriale di Siniscola	0.05	0.06
Sud Orientale (Alto Flumendosa)	CIP Ogliastra (ex ZIR Tortolì - Arbatax)	0.25	0.23
Flumendosa-Campidano-Cixerri	CIP Medio Campidano-Villacidro (ex Zona Industriale di Villacidro)	0.40	0.43
Flumendosa-Campidano-Cixerri	CACIP (ex CASIC)	15.50	15.61
Totali		23.05	21.53

SISTEMI IDRICI	UTENTE IRRIGUO	VOLUME ASSEGNATO 2016	EROGAZIONE IRRIGUA 2016
Nord Occidentale (Temo -Cuga)	C.B. della Nurra	30.00	25.42
Nord Occidentale (Coghinas)		2.00	3.61
Nord Occidentale (Alto Coghinas - Monte Lerno)	C.B. del Nord Sardegna	12.00	15.35
Nord Occidentale (Coghinas - Trav. Donigazza)		7.00	7.05
Liscia	C.B. della Gallura	19.00	18.19
Tirso (Cantoniera-Pranu Antoni-Santa Vittoria)	C.B. dell'Oristanese	160.00	167.24
Posada	C.B. della Sardegna Centrale	18.00	19.18
Cedrino		23.00	21.75
Sud Orientale (Alto Flumendosa)	C.B. dell'Ogliastra	12.00	14.47
Flumendosa-Campidano-Cixerri (8Mmc da Alto Cixerri e 1 Mmc da Flumendosa Mulargia)	C.B. del Cixerri	9.00	8.64
Sulcis (Basso Sulcis)	C.B. del Basso Sulcis	9.00	10.30
Flumendosa-Campidano-Cixerri (Flumendosa Campidano)	C.B. della Sardegna Meridionale	110.00	128.89
Flumendosa-Campidano-Cixerri (Flumendosa Campidano)	compensorio ENAS - O.N.C.	6.50	6.22
Flumendosa-Campidano-Cixerri (Flumendosa Campidano)	compensorio ENAS - Isili Nord	0.80	1.01
Nord Occidentale (Bidighinzu)	compensorio ENAS - Valle dei Giunchi	0.90	0.83
Flumendosa-Campidano-Cixerri (Flumendosa Campidano)	Utenze dirette ENAS	0.01	-
Nord Occidentale (Coghinas Mannu di Porto Torres)		0.60	0.62
Totali		419.81	448.77
TOTALE COMPLESSIVO		665.96	686.29

EROAGAZIONI DAL SIMR DI COMPETENZA ENAS (milioni di mc)

UTENZE	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017 (prev.)
C. B. Basso Sulcis	5.63	6.06	5.49	7.20	7.50	8.78	11.39	10.30	10.00
C. B. Cixerri	8.24	8.48	9.02	9.37	8.82	11.02	9.63	8.64	5.00
C. B. Nurra	31.06	24.32	35.56	34.76	35.55	34.44	31.79	29.03	16.00
C. B. Nord Sardegna	15.61	16.45	20.46	22.12	23.55	23.67	18.84	22.40	22.00
C. B. Gallura	22.67	21.92	24.01	25.53	23.78	27.07	24.77	18.19	25.00
C. B. Sardegna Centrale	39.58	39.53	46.39	46.05	42.43	45.63	45.94	40.93	38.00
C. B. Sardegna Meridionale	75.49	77.56	98.82	118.34	94.56	117.44	113.72	128.89	120.00
C. B. Ogliastra	8.49	11.91	8.95	12.16	8.12	12.63	14.69	14.47	14.00
C. B. Oristanese	128.48	118.03	147.54	142.00	140.17	152.45	164.90	167.24	165.00
Totale Consorzi di Bonifica	335.25	324.26	396.24	417.53	384.48	433.13	435.68	440.09	415.00
O.N.C.	6.37	6.37	6.37	6.37	6.37	6.37	6.34	6.22	6.00
VALLE DEI GIUNCHI	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	0.93	0.83	0.30
ISILI NORD	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.68	0.69	1.01	1.00
TOTALE Comprensori Irrigui ENAS	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	7.96	8.06	7.30
Altre uso irriguo utente finale	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57	0.62	0.61
Totale uso irriguo – utenze dirette	8.11	8.11	8.11	8.11	8.11	8.11	8.53	8.68	7.91
TOTALE UTENZE IRRIGUE	343.36	332.37	404.35	425.64	392.59	441.23	444.21	448.77	422.91
Utenze Civili (Abbanoa SpA)	229.37	219.27	223.48	229.37	227.35	228.94	219.02	215.06	215.00
CIP Gallura GC - utenze civili da rete ind.	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.46	0.61	0.60
Altre uso civile									
Uso civile – utenze dirette	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.32	0.30
TOTALE UTENZE CIVILI	229.93	219.83	224.04	229.93	227.91	229.50	219.86	215.99	215.90
CIP Sulcis - Iglesiente (ex CNISI)	2.86	2.22	3.01	2.61	3.23	3.06	3.03	2.99	3.00
CIP di Sassari (Zona Industriale di Porto Torres - Sassari)	7.22	6.01	5.02	4.00	3.62	3.54	2.50	2.06	2.10
CIP Gallura (ex CINES Olbia)	1.68	0.72	0.36	0.36	0.23	0.24	0.61	0.15	0.15
CIP Nuoro Sardegna Centrale Zona Industriale di Siniscola	0.04	0.02	0.02	0.03	0.04	0.06	0.05	0.06	0.06
ZIR Tortoli - Arbatax	0.00	0.04	0.26	0.19	0.24	0.26	0.25	0.23	0.25
CACIP (ex CASIC)	15.34	16.85	15.80	15.27	15.76	14.89	15.02	15.61	15.50
CIP Medio Campidano-Villacidro (Zona Industriale)	0.09	0.19	0.13	0.15	0.26	0.39	0.42	0.43	0.45
Totale Consorzi Industriali Provinciali	27.23	26.05	24.60	22.61	23.38	22.46	21.86	21.54	21.51
Uso industriale – utenze dirette	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	0.08	0.08
TOTALE UTENZE INDUSTRIALI	27.33	26.15	24.70	22.71	23.48	22.56	21.94	21.62	21.59
TOTALI	600.62	578.35	653.09	678.28	643.98	693.29	686.01	686.39	660.40



Si deve, inoltre, segnalare che oltre alle risorse consegnate alle utenze da ENAS, i singoli gestori fanno ricorso ad altre risorse, molte delle quali non quantificabili con precisione.

In tal senso vengono di seguito riportate, per utenza, le principali fonti di approvvigionamento non direttamente gestite da ENAS.

UTENZE	Volume m³	Fonte di approvvigionamento/Gestore
C. di B. della Nurra	5.000.000	Pozzi Nurra (Tottubella, Bonassai e Sella & Mosca 3.1Mm ³) e Reflui Alghero (1.9Mm ³)
C. di B. del Nord Sardegna (Bassa Valle del Coghinas)	12.000.000	Coghinas/Casteldoria - ENEL
C. di B. della Sardegna Centrale (Media Valle del Tirso)	7.000.000	Taloro Benzone - ENEL
TOTALE UTENZE IRRIGUE	24.000.000	
Abbanoa SpA - Potab. Janna e Ferru	11.500.000	Olai e Govossai - Abbanoa SpA
Abbanoa SpA - Potab. Villagrande	350.000	Alto Flumendosa II Salto - ENEL)
TOTALE UTENZE CIVILI	11.850.000	
CIP Nuoro - Sardegna Centrale (Agglomerato Ottana)	7.000.000	Taloro Benzone (ENEL)
TOTALE UTENZE INDUSTRIALI	7.000.000	
TOTALE	42.850.000	

Per quel che riguarda l'andamento pluriennale l'aspetto più significativo è che l'utenza irrigua nel suo complesso, a parte alcune limitazioni localizzate per le situazioni climatiche, ha incrementato dal 2009 al 2016 la sua disponibilità di risorsa di oltre 100 milioni di mc, passando da 343 a 448 milioni di mc annui, con un incremento percentuale di circa il 30%.

In leggera flessione le utenze civili ed industriali.

Per le prime potrebbe trattarsi dei primi risultati indicativi dell'efficacia delle azioni intraprese nel controllo delle erogazioni e delle perdite. Per le seconde appare più probabile l'influenza della contingenza nell'assetto produttivo in alcune aree industriali dell'isola.

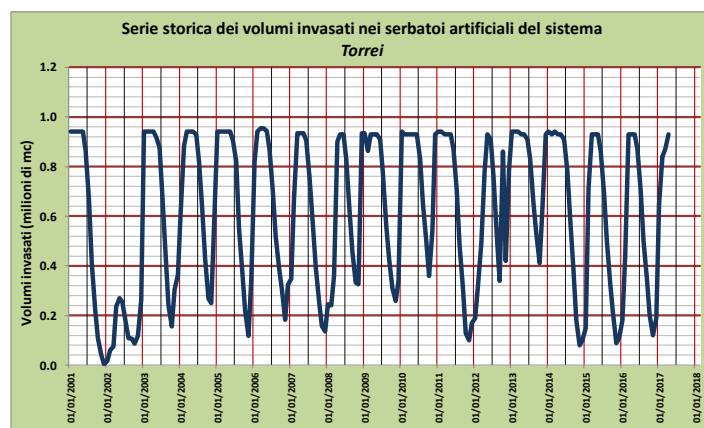
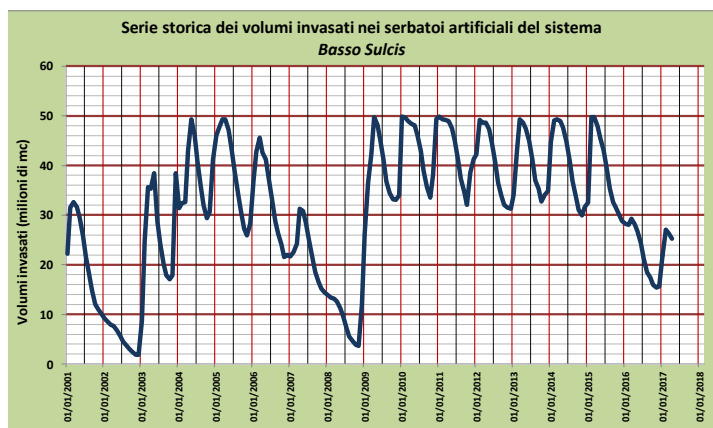
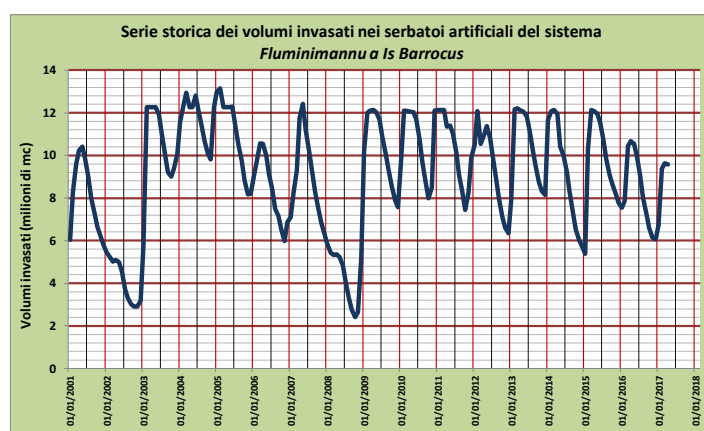
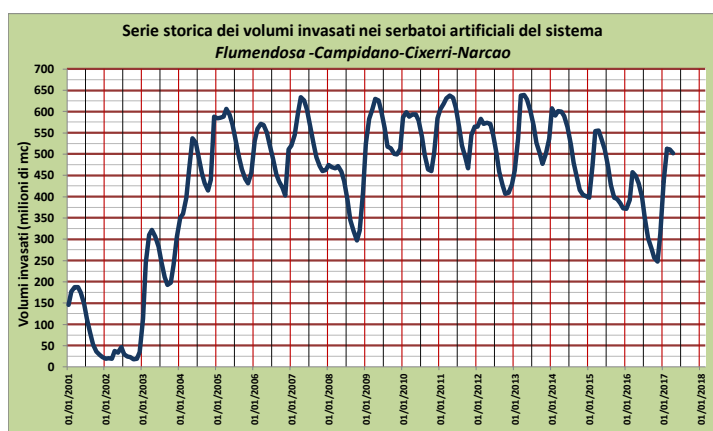
4.3 Analisi delle criticità

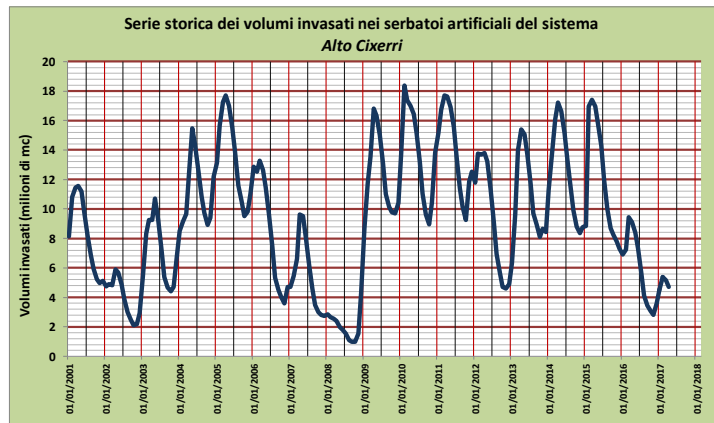
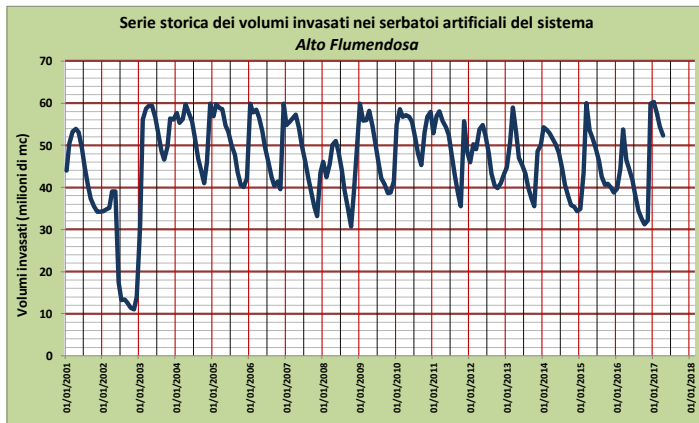
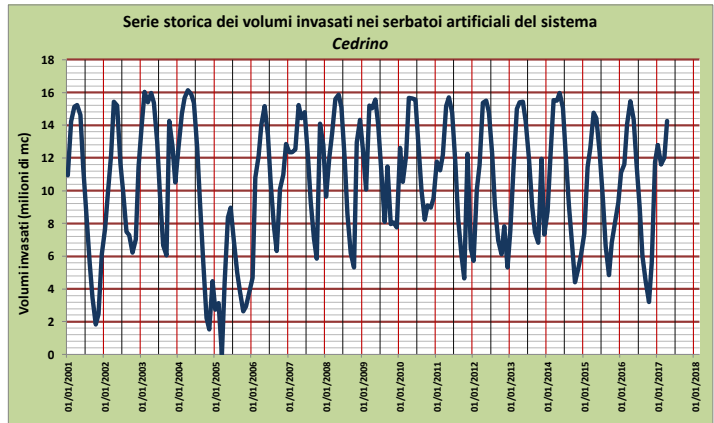
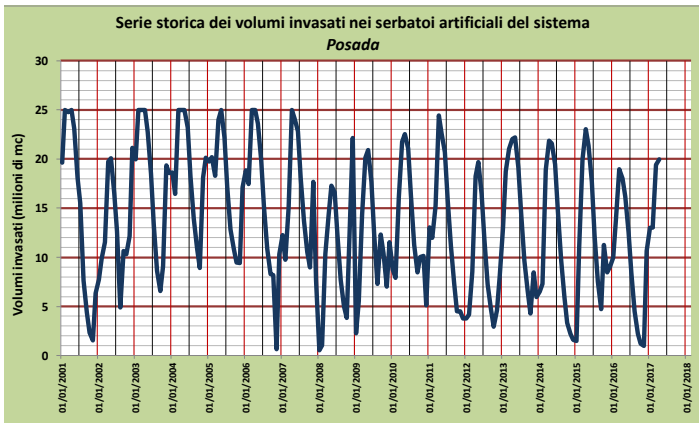
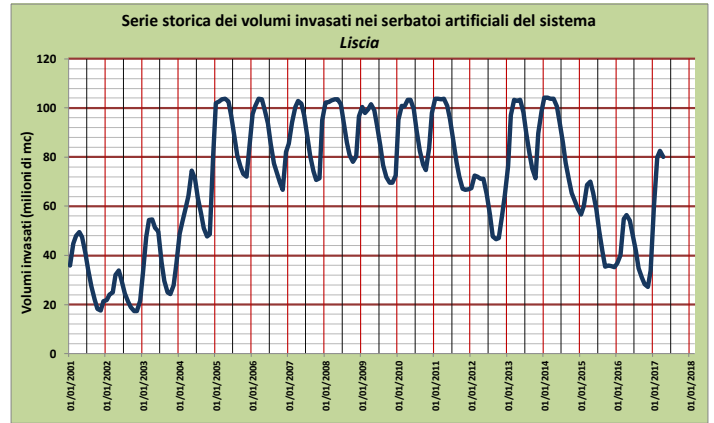
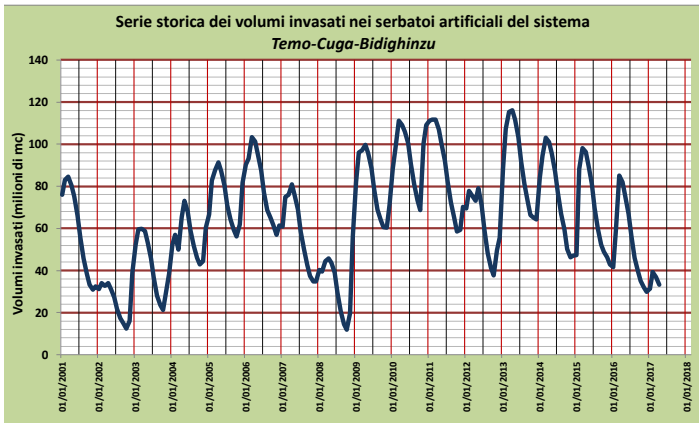
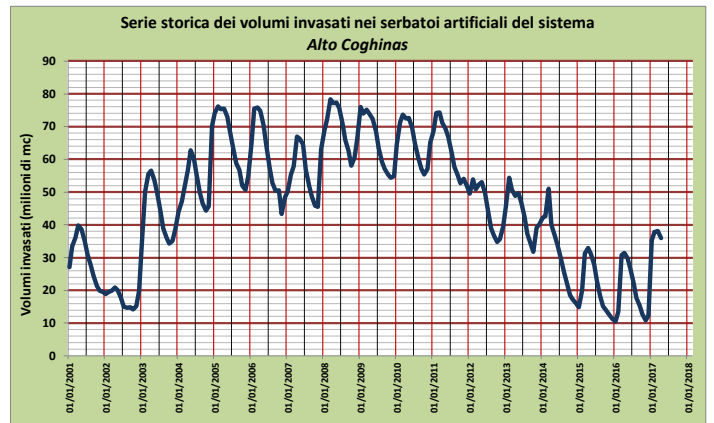
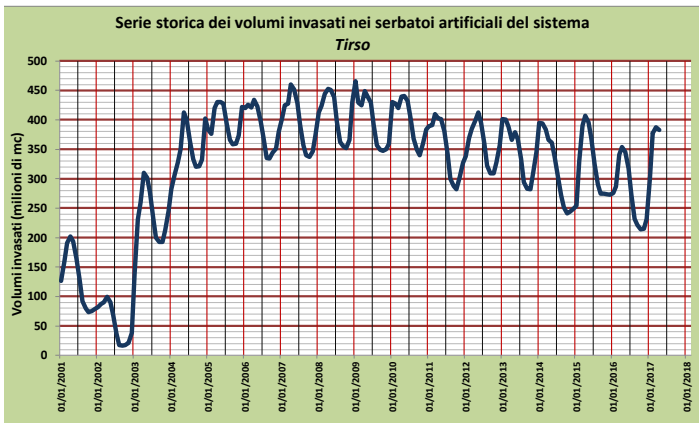
I dati dei volumi idrici invasati nel Sistema Idrico Multisetoriale Regionale (SIMR) al 30.04.2017 analizzati nel rapporto relativo al Sistema di monitoraggio e di preallarme della siccità, operativo presso la Direzione generale Agenzia regionale del Distretto Idrografico della Sardegna - Servizio Tutela e gestione delle risorse idriche, riportati in sintesi nei paragrafi precedenti e nella sua interezza nell'Allegato C, hanno evidenziato un livello di vigilanza e quindi di preallerta per l'intero sistema di approvvigionamento idrico della Sardegna, caratterizzato da un approvvigionamento pressoché interamente basato sulle risorse accumulate negli invasi del Sistema Idrico Multisetoriale Regionale.

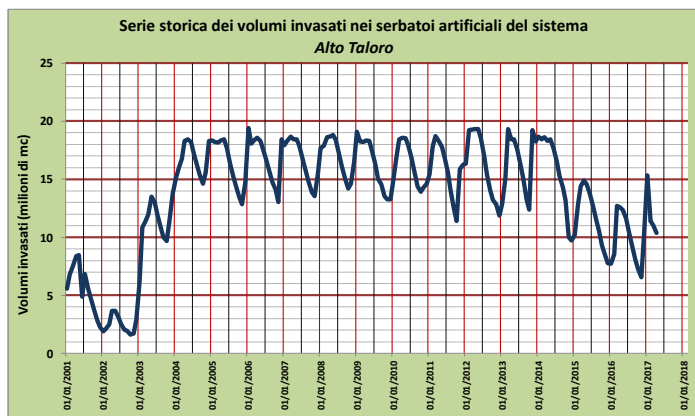
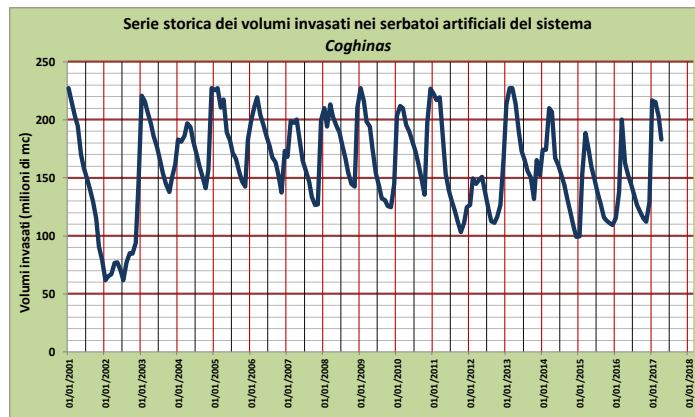
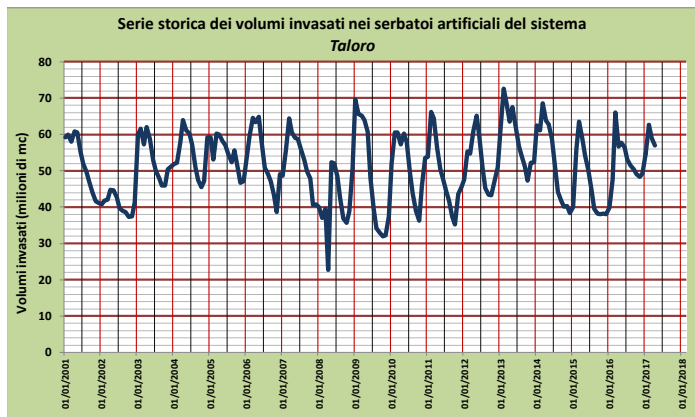
Dall'analisi del suddetto rapporto, nel quale è rappresentata la situazione attuale inquadrata nel suo andamento storico dal 1997, emerge che la situazione delle riserve idriche nell'insieme dei serbatoi artificiali dell'isola è stata fortemente condizionata dagli ultimi anni di precipitazioni scarse che hanno interessato tutte le aree idrografiche dell'isola.

Come si rileva dall'analisi dei dati, al momento, quello in corso risulta essere il quarto anno consecutivo nel quale, in una parte dei sistemi idrici, si deve far fronte al fabbisogno idrico multisetoriale regionale andando ad utilizzare, parzialmente, le riserve idriche accumulate nei serbatoi negli anni di apporti più favorevoli. In altri sistemi si registra, altresì, un importante segnale di recupero delle riserve.

Nei grafici che seguono è riportato l'andamento storico delle risorse accumulate nei principali schemi idrici dell'isola a partire dal 2001 con passo temporale mensile.







Da un'analisi di dettaglio, con particolare riferimento ai grandi schemi idrici, si rileva che quelli particolarmente critici risultano essere i sistemi Alto Cixerri, Temo-Cuga-Bidighinzu e Posada-Cedrina.

In particolare si trovano al livello di pericolo i sistemi Alto Cixerri (Punta Gennarta e Medau Zirimilis), indice pari a 0.15 e Basso Sulcis (Monte Pranu), indice pari a 0.20.

Gli invasi dell'Alto Cixerri (Punta Gennarta e Medau Zirimilis) non hanno funzioni di alimentazione per gli usi potabili dei centri abitati ed inoltre per sopperire ad eventuali carenze degli stessi invasi è possibile attivare la derivazione dall'invaso del Cixerri (al momento prossimo alla massima quota di regolazione).

Si evidenzia, quindi, la situazione del sistema Posada, il quale risulta in stato di pericolo con un volume invasato alla data del 30.04.2017 pari a 19.98 Mm³ ed in cui il processo di accumulo dei deflussi è stato condizionato dal Piano speditivo di Laminazione Statica preventivo previsto dalla Deliberazione della Giunta Regionale n. 63/13 del 25.11.2016.

In analoga situazione versa l'invaso del Cedrina il quale, alla data del 30.04.2017, presenta un volume invasato pari a 14.26 Mm³.

Anche il sistema Nord Occidentale necessita di un'analisi puntuale. Alla data del 30.04.2017 l'indice presentava un livello di vigilanza pari a 0.22, ma si ritiene che lo stato degli invasi di Temo a Monteleone Roccadoria, Cuga e Bidighinzu sia da collocare tra il livello di pericolo ed il livello di emergenza. Infatti l'indice è estremamente influenzato dall'invaso del Coghinas (volume invasato alla data del 30.04.2017 di poco superiore ai 180 Mm³, pari a circa l'81% del volume autorizzato), il quale al momento può essere utilizzato solo in parte a causa della parziale disponibilità delle infrastrutture relative agli acquedotti Coghinas 1 e 2.

Sulla base di quanto sopra esposto si ritiene di sottolineare che in linea generale, tranne che per i sistemi idrici sopra citati, potranno essere assentiti volumi idrici in linea con i valori medi erogati negli

ultimi anni, sottolineando comunque l'esigenza di richiedere un'attenta programmazione e l'attivazione di tutte le iniziative utili per l'ottimizzazione della distribuzione idrica limitando per quanto possibile i prelievi dal sistema di accumulo primario.

Infatti proprio l'andamento di questi ultimi anni ha evidenziato l'esigenza di una pianificazione su base pluriennale al fine di garantire un'erogazione adeguata anche negli anni critici per le scarse precipitazioni.

Si sottolinea, inoltre, che l'erogazione irrigua complessiva dal Sistema Idrico Multisetoriale Regionale è passata da circa 350 milioni di m³ all'anno nel 2009 ai 450 milioni di m³ all'anno del 2016 e che i segnali climatici di questi ultimi anni non consentono di ipotizzare ulteriori incrementi.

In particolare, quindi, risultano erogabili dei volumi inferiori alle reali esigenze nei comprensori irrigui afferenti ai sistemi Alto Cixerri, Temo-Cuga-Bidighinzu e Posada-Cedrino.

Quanto finora esposto è stato, in termini generali, rappresentato ai Consorzi di Bonifica con nota prot. n. 2628 del 30.03.2017 della Direzione generale Agenzia regionale del Distretto Idrografico della Sardegna (ADIS) - Servizio Tutela e Gestione delle Risorse Idriche (STGRI). Alla medesima nota è stata allegata una tabella contenente le prime indicazioni inerenti la valutazione dei volumi assegnabili per la stagione irrigua 2017.

Nella nota sopra richiamata, inoltre, i Consorzi di Bonifica sono stati invitati a trasmettere al STGRI dell'ADIS eventuali considerazioni in merito a situazioni particolari che possano incidere sulle valutazioni dei volumi e/o in merito alla possibilità di limitare i consumi di risorsa anche in relazione ad iniziative già intraprese per la riduzione delle perdite rispetto agli anni passati.

I Consorzi di Bonifica non hanno evidenziato particolari criticità rispetto ai volumi indicati nella nota precedentemente richiamata.

Nei paragrafi successivi si riporta la programmazione dei volumi di acqua grezza da destinare, per l'intera annualità 2017, ai comparti irriguo, civile e industriale.

Nella tabella che segue, invece, lo stato attuale delle riserve idriche è messo a confronto con le richieste medie di erogazione degli ultimi anni per i diversi settori di utenza.

Sistemi Idrici	INVASO	Volume utile di regolazione autorizzato [Mm ³]	Volume presente al 30.04.2017 [Mm ³]	Percentuale di riempimento al 30.04.2017	Volume medio annuo erogato [Mm ³]	Volume medio annuo erogato Civile [Mm ³]	Volume medio annuo erogato Irriguo [Mm ³]	Volume medio annuo erogato Ind.le [Mm ³]	Rapporto Volume presente / Vol. medio erogato	Rapporto Volume presente / Vol. medio erogato civile
Flumendosa-Campidano	MONTE ARBUS (Rio Leni)	19.50	8.68	44.51%						
	CAPANNA SILICHERI (Flumineddu)	1.44	0.73	50.69%						
	NURAGHE ARRUBIU (Flumendosa)	262.66	173.36	66.00%						
	MONTE SU REI (Rio Mulargia)	320.00	281.67	88.02%						
	CASA FIUME	0.75	0.40	53.55%						
	SA FORADA DE S'ACQUA	1.33	1.07	80.68%						
	SIMBIRIZZI	20.22	14.51	71.75%						
	GENNA IS ABIS (Rio Cixerri)	24.01	21.29	88.68%						
		649.91	501.71	77.20%	220.61	88.88	116.14	15.59	2.27	5.64
Narcao	BAU PRESSIU	8.25	4.58							
		8.25	4.58	55.52%	6.49	6.49			0.71	0.71
Fluminimannu	IS BARROCUS (Flum.Mannu CA)	11.99	9.57							
		11.99	9.57	79.80%	8.48	8.48			1.13	1.13
Basso Sulcis	MONTE PRANU	49.30	25.25							
		49.30	25.25	51.21%	10.50	0.08	6.92	3.50	2.40	315.56
Torrei	CRABOSU (RIO TORREI)	0.90	0.93							
		0.90	0.93	103.33%	1.68	1.68			0.55	0.55
Tirso	E.D'ARBOREA (Cantoniera)	366.00	382.76	104.58%						
	PRANU ANTONI	8.93	6.21	69.54%						
	SANTA VITTORIA	1.23	0.24	19.76%						
		376.16	389.22	103.47%	157.67		157.67		2.47	
Alto Coghinas	MONTE LERNO (PATTADA)	34.40	32.57	94.69%		7.50	12.50			
	SOS CANALES	3.58	3.365	94.02%		2.50				
		37.98	35.94	94.62%	22.50	10.00	12.50		1.60	3.59
Temo-Cuga	M.LEONE ROCCAD.(TEMO)	70.00	23.24	33.20%		6.50				
	CUGA	20.52	7.44	36.28%			35.20			
	BIDIGHINZU	10.90	2.61	23.90%		15.00	1.37			
	SURIGHEDDU (Rio Cuidongias)	1.93	1.49	77.45%						
		103.35	34.78	33.65%	58.07	21.50	36.57		0.60	1.62
Liscia	CALAMAIU (LISCIA)	104.00	80.11							
		104.00	80.11	77.03%	54.54	28.98	25.25	0.31	1.47	2.76
Posada	MACCHERONIS (POSADA)	22.00	19.98							
		22.00	19.98	90.81%	28.75	6.44	22.27	0.04	0.69	3.10
Cedrino	PEDRA E OTHONI (CEDRINO)	16.03	14.26							
		16.03	14.26	88.95%	26.50	3.52	22.98		0.54	4.05
Alto Flumendosa	BAU MUGGERIS	58.15	49.20	84.61%						
	SANTA LUCIA	3.10	3.11	100.16%		10.00				
		61.25	52.31	85.40%	20.61	10.00	10.37	0.24	2.54	5.23
Alto Cixerri	P.TA GENNARTA	12.10	2.76	22.80%			6.01			
	MEDAU ZIRIMILIS	6.20	2.01	32.39%			2.39			
		18.30	4.77	26.05%	8.40		8.40		0.57	
Taloro	GUSANA	58.25	51.00	87.55%						
	CUCCHINADORZA	16.45	5.20	31.61%						
	BENZONE	1.08	0.80	74.07%						
		75.78	57.00	75.22%	22.90	1.90	12.00	9.00	2.49	30.00
Coghinas	MUZZONE (COGHINAS)	223.90	180.60	80.66%						
	CASTELDORIA	3.47	2.50	72.05%						
		227.37	183.10	80.53%	59.62	40.00	16.00	3.62	3.07	4.58
Alto Taloro	OLAI	9.14	9.65	105.58%						
	GOVOSSAI	0.45	0.73	162.22%						
		9.59	10.38	108.24%	8.00	8.00			1.30	1.30
TOTALE		1'772.15	1'423.86	80.35%	715.32	235.95	447.07	32.30	1.99	6.03

4.4 La potenzialità di erogazione dei principali schemi del sistema idrico multisettoriale regionale

Mediante il modello di simulazione descritto al paragrafo 2.3 si è proceduto ad analizzare le prestazioni dell'attuale sistema idraulico di approvvigionamento, rappresentando con modelli matematici sia le caratteristiche funzionali degli elementi strutturali (serbatoi, condotte, canali, impianti di pompaggio, impianti idroelettrici, ecc.) e sia i fenomeni naturali che interessano tali infrastrutture quale ad esempio l'evaporazione dai laghi e sia le regole operative scelte per la gestione ottimale della risorsa acqua.

Per quel che riguarda il "banco di prova" ovvero la definizione delle serie temporali delle portate in ingresso ai nodi risorsa non si può trascurare quanto emerso nelle analisi illustrate nei paragrafi precedenti.

Come noto infatti, a partire dalla metà degli anni '70 si evidenzia con sempre maggior risalto il fenomeno della modifica del valor medio annuo delle grandezze idrologiche. Appare evidente che le relative serie temporali non possono più essere considerate stazionarie.

Risulta pertanto indispensabile verificare le prestazioni dei sistemi idrici oggi in esercizio in condizioni climatiche differenti da quelle inizialmente osservate. Si ricorda che già nel Piano Stralcio Direttore per l'Utilizzo delle Risorse Idriche in Sardegna (2002) si era assunto anche in termini cautelativi una modifica del valor medio dei deflussi annui che si riduceva al 45% del valore osservato fino al 1975.

Ora con ulteriori dati a disposizione, almeno dal punto di vista delle altezze di pioggia, appare confermata l'esistenza di una rilevante fluttuazione climatica dei parametri idrologici, confermata, come detto, dall'indicatore di Hurst che in Sardegna per le serie temporali di pioggia annua si attesta intorno al valore 0.75 tipico delle serie con forti caratteristiche di persistenza.

In tale situazione appare indispensabile valutare almeno due scenari affiancando a quello già adottati dal PSDRI anche uno meno critico con la media ridotta al 60% di quella base.

Si è stabilito

- di assumere la configurazione infrastrutturale coincidente con quella attualmente in esercizio (con le limitazioni oggi definite, per esempio sulle capacità di regolazione);
- di considerare il fabbisogno multisettoriale dai diversi schemi idrici così come definito dalle erogazioni medie effettive degli ultimi anni;
- di utilizzare quale banco di prova per le serie mensili di afflusso ai diversi serbatoi artificiali quelle degli anni idrologici dal 1922-23 al 1974-75 ma riscalate, in media e scarto, per tener conto delle fluttuazioni climatiche sopra descritte. Sono stati quindi assunti i tre seguenti scenari:
 1. Serie storiche di afflusso mensile degli anni idrologici dal 1922-23 al 1974-75 in tutte le sezioni di interesse, dighe e traverse del sistema idrico multisettoriale regionale, così come definite nello Studio dell'Idrologia Superficiale della Sardegna;
 2. Serie di cui al punto 1. precedente ma riscalata in media, 60% della media storica e in scarto, 80% dello scarto storico;

3. Serie di cui al punto 1. precedente ma riscalata in media, 45% della media storica e in scarto, 70% dello scarto storico.

L'applicazione del modello sulla base delle serie di input sopra descritte rende disponibili le serie mensili di output delle seguenti grandezze:

- Erogazioni: civili, irrigue, industriali, idroelettriche e rilasci ambientali (assunti pari al 5% del afflusso naturale del mese);
- Evaporazioni dai laghi;
- Sfiori dalle dighe;
- Trasferimenti tra i nodi del sistema;
- Volumi di invaso in ciascun serbatoio alla fine del mese.

Per ciascun scenario e per ciascun nodo-risorsa (dighe e traverse) sono stati definiti i bilanci complessivi per la serie di 54 anni simulata.

Al fine di poter fornire una rappresentazione sintetica delle prestazioni dei diversi schemi idrici per i diversi scenari sono stati individuati i seguenti indicatori:

- Rapporto tra capacità di regolazione complessiva dello schema e fabbisogno annuo;
- Rapporto tra capacità di regolazione complessiva dello schema e deflusso medio annuo;
- Deficit medio del 54ennio in %;
- Deficit massimo del 54ennio in %;
- Volume minimo di invaso nel 54ennio;
- WEI+, Water Exploitation Index.

Si ricorda che l'indicatore WEI per una particolare area, è il consumo totale di acqua diviso per le risorse rinnovabili di acqua dolce in un determinato periodo. Esso fornisce un'indicazione delle pressioni sulle risorse idriche di un determinato territorio in conseguenza dei prelievi d'acqua. Quindi, individua anche le aree più soggette a soffrire di situazioni ricorrenti o permanenti di scarsità d'acqua. Una revisione dell'indice (WEI+) è stata introdotta dal gruppo di esperti europei sulla carenza idrica e della siccità, al fine di valutare le prevalenti condizioni di stress idrico in un bacino. Il WEI+ è formulato come segue: $WEI+ = (Abstractions - Returns) / Renewable\ Water\ Resources$.

Nella tabella che segue sono riportati i risultati delle simulazioni sopra descritte.

Dall'analisi dei dati riportati si possono evidenziare alcuni elementi significativi:

- 1) Con le caratteristiche idrologiche del 54ennio 1922-1975 la gran parte dei sistemi sarebbe in grado di garantire le attuali richieste, con la possibilità anzi di incrementare le erogazioni. Al proposito si rilevano i significativi valori di volume di invaso minimo registrati nell'intero arco temporale della simulazione. Si ricorda che tali serbatoi sono stati progettati sulla base di questi dati idrologici e quindi prevedevano erogazioni superiori a quelle che oggi risultano ammissibili. Le uniche eccezioni sono quelle del Posada e del Cedrino che risultano deficitari anche con l'andamento idrologico più favorevole. La loro criticità deriva dal fatto di avere una bassa capacità di regolazione, inferiore al fabbisogno annuo e percentualmente ridotta rispetto al deflusso medio del corso d'acqua. Ciò comporta che l'invaso può fare esclusivamente una regolazione stagionale che risulta fortemente condizionata dall'andamento climatico dell'anno in corso;

- 2) Anche l'indicatore WEI+ dimostra che, sempre sulla base del 54ennio 1922-1975, i sistemi idrici sarebbero caratterizzati da buone caratteristiche rispetto al rischio di stress idrico. Infatti un valore intorno a 0.3 è indice di un elevato grado di affidabilità e di bassa vulnerabilità di fronte al rischio di crisi idrica. Più elevato quello del Liscia, 0.56. Si sottolinea ancora una volta che il Posada ed il Cedrino, pur con valori bassi dell'indicatore, 0.17 e 0.12, sono caratterizzati da crisi idriche a causa della bassa capacità di regolazione degli invasi. Infatti, mancando la regolazione pluriennale, in presenza di un anno con una valore di deflusso inferiore a circa il 15% del valore medio risulta impossibile garantire l'erogazione. Del resto tale oscillazione interannuale dei deflussi è uno degli elementi fondamentali delle caratteristiche idrologiche della Sardegna;
- 3) Passando all'analisi degli altri due scenari, quelli più aderenti alle attuali situazioni climatiche, emergono con evidenza evidenti criticità per l'intero sistema idrico regionale ma con alcune situazioni di maggior fallanza. Già con lo scenario che prevede la riduzione della media al 60% si incrementa significativamente l'indicatore WEI+, che per i principali sistemi (Tirso e Flumendosa) si attesta intorno a 0.5. Per tali sistemi non compaiono ancora deficit, ma si riducono sensibilmente i volumi minimi invasati durante l'arco temporale della simulazione. Risultano invece soggetti a rilevanti e inaccettabili fallanze il sistema del Liscia (WEI+=0.87) e dell'Alto Cixerri, mentre si aggravano significativamente i deficit massimi annui del Posada e del Cedrino. Compaiono deficit limitati nel sistema dell'alto Coghinas;
- 4) Se dovesse essere accertata l'ipotesi che la media dei deflussi risulta pari al 45% di quella del periodo 1922-1975, sarebbe messa in discussione la stessa struttura delle assegnazioni medie ai diversi settori di utilizzazione. Ad esempio nei sistemi principali (Tirso e Flumendosa) si raggiungerebbe per l'indicatore WEI+ un valore di circa 0.75 che risulta tecnicamente non ammissibile per un sistema di approvvigionamento idrico con un adeguato livello di affidabilità. I deficit medi, 1-2%, e quelli massimi pari a circa il 30% possono in una certa misura essere gestiti ma solo se accompagnati da precise misure di mitigazione dei loro effetti. Le fallanze dei sistemi Liscia, Alto Cixerri, Posada e Cedrino ovviamente si aggravano. Compaiono deficit nel sistema dell'Alto Coghinas.

					Idrologia 1922-1975							Idrologia 1922-1975 / media ridotta al 60%						Idrologia 1922-1975 / media ridotta al 45%							
Sistemi Idrici	INVASO	Volume di regolazione Autorizzato [Mm³]		Volume medio annuo richiesto [Mm³]	Rapporto tra Volume di regolazione e volume annuo richiesto	Afflusso medio annuo diretto [Mmc]	Rapporto tra Volume di regolazione e afflusso medio annuo	Volume minimo invasato nella simulazione [Mm3]	Deficit medio (%)	Deficit max (%)	WEI+ index	Afflusso medio annuo diretto [Mmc]	Rapporto tra Volume di regolazione e afflusso medio annuo	Volume minimo invasato nella simulazione [Mm3]	Deficit medio (%)	Deficit max (%)	WEI+ index	Afflusso medio annuo diretto [Mmc]	Rapporto tra Volume di regolazione e afflusso medio annuo	Volume minimo invasato nella simulazione [Mm3]	Deficit medio (%)	Deficit max (%)	WEI+ index		
Flumendosa-Campidano -Narcao	1 MONTE ARBUS (Rio Leni)	19.50																							
	2 CAPANNA SILICHERI (Flumineddu)	1.44																							
	3 NURAGHE ARRUBIU (Flumendosa)	262.66																							
	4 MONTE SU REI (Rio Mulargia)	320.00																							
	5 CASA FIUME	0.75																							
	6 SA FORADA DE S'ACQUA	1.33																							
	7 SIMBIRIZZI	20.22																							
	8 BAU PRESSIU	8.25																							
	9 GENNA IS ABIS (Rio Cixerri)	24.00																							
		658.15	227.50	2.89	684.57	0.96	464.04	0.00	0.00	0.33	411.92	1.60	286.01	0.00	0.00	0.57	309.29	2.13	0.00	1.55	35.49	0.73			
Fluminimannu	10 IS BARROCUS (Flum.Mannu CA)	11.96																							
			11.96	8.50	1.41	27.19	0.44	3.44	0.00	0.00	0.37	16.39	0.73	0.00	0.00	0.60	12.31	0.97	0.00	0.02	1.11	0.75			
Basso Sulcis	11 MONTE PRANU	49.30																							
			49.30	12.50	3.94	70.76	0.70	31.72	0.00	0.00	0.33	42.55	1.16	13.19	0.00	0.00	0.53	31.94	1.54	0.00	0.51	27.12	0.68		
Torrei	12 CRABOSU (RIO TORREI)	0.90																							
			0.90	1.70	0.53	5.32	0.17	0.00	0.00	0.00	0.30	3.21	0.28	0.00	0.00	0.48	2.41	0.37	0.00	0.00	0.00	0.62			
Tirso	13 E.D'ARBOREA (Cantoniera)	366.00																							
	14 PRANU ANTONI	8.93																							
	15 SANTA VITTORIA	1.23																							
		376.16	158.00	2.38	579.38	0.65	191.01	0.00	0.00	0.27	348.83	1.08	59.50	0.00	0.00	0.45	261.95	1.44	0.00	0.73	38.90	0.62			
Alto Coghinias	16 MONTE LERNO (PATTADA)	34.40																							
	17 SOS CANALES	3.58																							
			37.98	22.00	1.73	71.55	0.53	18.03	0.00	0.00	0.36	43.02	0.88	6.67	0.12	2.32	0.59	32.29	1.18	0.00	2.22	28.11	0.75		
Temo-Cuga	18 M.LEONE ROCCAD.(TEMO)	70.00																							
	19 CUGA	20.52																							
	20 BIDIGHINZU	10.90																							
	21 SURIGHEDDU (Rio Cuidongias)	1.93																							
		103.35	58.00	1.78	303.78	0.34	58.80	0.00	0.00	0.19	184.03	0.56	36.42	0.00	0.00	0.31	138.93	0.74	5.48	0.00	0.00	0.40			
Liscia	22 CALAMAIU (LISCIA)	104.00																							
			104.00	54.50	1.91	98.73	1.05	44.61	0.00	0.00	0.56	59.31	1.75	0.00	2.35	46.40	0.87	44.51	2.34	0.00	19.36	83.81	0.93		
Posada	23 MACCHERONIS (POSADA)	22.00																							
			22.00	29.00	0.76	203.72	0.11	0.00	0.44	4.94	0.17	122.41	0.18	0.00	2.77	57.47	0.28	91.86	0.24	0.00	6.86	76.04	0.36		
Cedрино	24 PEDRA E OTHONI (CEDRINO)	16.03																							
			16.03	26.55	0.60	239.53	0.07	0.00	0.02	0.82	0.12	144.20	0.11	0.00	1.03	13.34	0.19	108.31	0.15	0.00	3.48	38.92	0.25		
Alto Flumendosa	25 BAU MUGGERIS	58.15																							
	26 SANTA LUCIA	3.10																							
			61.25	21.00	2.92	132.77	0.46	40.33	0.00	0.00	0.21	79.86	0.77	36.71	0.00	0.00	0.35	59.96	1.02	18.92	0.00	0.00	0.46		
Alto Cixerri	27 P.TA GENNARTA	12.10																							
	28 MEDAU ZIRIMILIS	6.20																							
			18.30	10.00	1.83	35.62	0.51	2.27	0.00	0.00	0.35	21.43	0.00	0.00	4.45	47.54	0.52	16.09	0.28	0.00	16.36	72.27	0.58		
Taloro	29 GUSANA	58.25																							
	30 CUCCHINADORZA	16.45																							
	31 BENZONE	1.08																							
			75.78	20.00	3.79	143.93	0.53	62.24	0.00	0.00	0.13	86.63	0.87	51.99	0.00	0.00	0.23	65.05	1.16	37.99	0.00	0.00	0.33		
Coghinias	32 MUZZONE (COGHINAS)	223.90																							
	33 CASTELDORIA	3.47																							
			227.37	60.00	3.79	526.08	0.43	177.02	0.00	0.00	0.17	316.58	0.72	163.89	0.00	0.00	0.28	237.70	0.96	128.62	0.00	0.00	0.38		
Alto Taloro	34 OLAI	9.24																							
	35 GOVOSSAI	0.38																							
			9.62	12.00	0.80	35.91	0.27	1.77	0.00	0.00	0.37	21.60	0.45	0.00	0.00	0.58	16.21	0.59	0.00	0.00	0.00	0.71			

Per meglio leggere la precedente tabella è opportuno aggiungere alcune considerazioni.

Ad esempio I bassi valori dell'indicatore WEI+ di alcuni sistemi dipendono dalla struttura dei nodi risorsa. Infatti come nel sistema Temo-Cuga sono le traverse di derivazione ad acqua fluente a elevare i volumi medi di afflusso ma nel contempo a rendere più basso il coefficiente di utilizzazione.

Ancora per il Temo-Cuga, si segnala che l'assenza di deficit dipende dal fatto che si è data per acquisita la possibilità di trasferire sul sistema Coghinas una quota di 10 milioni di mc annui di fabbisogni nel passato erogati da quel sistema oltre alla fornitura sempre dal Coghinas dei fabbisogni del potabilizzatore di Monte Agnese al servizio di Alghero. Tale assetto è tuttavia previsto solo a partire dal 2018, pertanto le criticità attuali sono determinate da tale mancato apporto negli ultimi anni.

4.5 La programmazione delle risorse per l'anno 2017

Come indicato precedentemente, i volumi idrici disponibili dal SIMR, gestito da ENAS, per l'anno 2017, per i comparti irriguo, civile e industriale, sono stati determinati tenendo conto, tra l'altro, delle regole gestionali discusse e condivise nelle riunioni indette a seguito delle indicazioni fornite dal Comitato Istituzionale con la deliberazione n. 1 del 21 gennaio 2016 inerente l'istituzione della cabina di regia e con la deliberazione n. 1 del 14 febbraio 2017 avente ad oggetto "Monitoraggio del bilancio idrico 2016-2017 volto alla gestione della crisi idrica a seguito degli eventi siccitosi nel distretto idrografico della Sardegna. – Attività della cabina di regia".

In particolare, la citata deliberazione del Comitato Istituzionale n. 1 del 14 febbraio 2017, evidenzia che le favorevoli precipitazioni che hanno interessato l'isola nei mesi ottobre 2016 – febbraio 2017, principalmente nell'area orientale, hanno consentito di ripristinare in buona misura le riserve idriche nei principali sistemi idrici e, pertanto, è possibile ipotizzare un'erogazione ai principali settori di utenza, civile, irriguo e industriale, in linea con le richieste medie degli ultimi anni.

Tale previsione non può essere estesa al comparto irriguo della Nurra (sistema idrico Temo-Cuga-Bidighinzu) e dell'alto Cixerri, nei quali permane una situazione di consistente criticità.

Anche per gli invasi di Pedra e' Othoni sul Cedrino e di Maccheronis sul Posada, per i quali, al fine di consentire di affrontare meglio i possibili eventi di piena, è in atto una gestione delle quote di invaso con limitazioni per il periodo ottobre-marzo, che ha determinato una riduzione della effettiva disponibilità di risorsa.

Per quanto riportato nel dettaglio nei successivi paragrafi, la previsione di erogazione per l'anno 2017 dal Sistema Idrico Multisetoriale Regionale risulta complessivamente di 704.57 milioni di metri cubi di cui 661.72 milioni di metri cubi dal Sistema Multisetoriale gestito dall'ENAS.

4.5.1 Volumi disponibili per il comparto civile

Sulla base di quanto finora rappresentato, per il comparto civile è possibile ipotizzare un'erogazione in linea con le richieste medie degli ultimi anni e, a tal proposito, nella tabella seguente (Tab. 3.1) vengono indicati i volumi disponibili dal Sistema Idrico Multisetoriale Regionale per l'annualità 2017 suddivisi tra gestione ENAS e altre gestioni (Abbanoa SpA, ENEL).

Complessivamente il volume disponibile dal Sistema Idrico Multisetoriale per il settore civile, per l'annualità 2017, ammonta a 230.35 Mm³ di cui 218.50 Mm³ dal Sistema Multisetoriale gestito dall'ENAS.

Il fabbisogno idropotabile si completa con i volumi prelevati dalle "risorse proprie" di Abbanoa (pozzi e sorgenti) il cui valore risulta complessivamente pari a circa 60 milioni di metri cubi.

Tab. 3.1 – Volumi di acqua grezza disponibili per usi civili, per il 2017

UTENZE CIVILI	VOLUME DISPONIBILE 2017 [Mm ³]		DENOMINAZIONE SCHEMA IDRAULICO	Erogazioni Medie 2012-2016 [Mm ³]	
	Gestione ENAS	Altre gestioni		Gestione ENAS	Altre gestioni
Abbanoa SpA - Potab. Bau Pressiu	3.00		1A - Mannu di Narcao	5.10	
Abbanoa SpA - Potab. Janna e Ferru	-		2A - Taloro, Alto Taloro	-	
Abbanoa SpA - Potab. Torrei	-			-	
Abbanoa SpA - Potab. Janna e Ferru (da Olai e Govossai - Abbanoa SpA)	-	11.50		12.00	
Abbanoa SpA - Potab. Torrei	1.60		2B - Torrei	1.56	
Abbanoa SpA - Potab. Sanluri	3.80		2C - Tirso - Mogoro - Fluminimannu di Pabillonis	3.96	
Abbanoa SpA - Potab. Monte Lerno	7.50		3A - Mannu di Pattada - Alto Tirso	7.50	
Abbanoa SpA - Potab. Sos Canales	2.00			2.42	
Abbanoa SpA - Potab. Castelsardo	0.90		3B - Coghinas - Mannu di Porto Torres	0.95	
Abbanoa SpA - Potab. Monte Agnese	10.00			4.76	
Abbanoa SpA - Potab. Pedra Majore	8.00			6.00	
Abbanoa SpA - Potab. Truncu Reale	23.50			22.98	
Utente finale Enas	0.33			0.33	
Abbanoa SpA - Potab. Temo	7.00		3C - Alto e Medio Temo - Cuga -Bidighinzu - Mannu di Ozieri	6.79	
Abbanoa SpA - Potab. Bidighinzu	15.00			15.25	
Abbanoa SpA - Potab. Monte Agnese	-			7.10	
Abbanoa SpA - Potab. Agnata	26.00		4A - Liscia - Padrongiano	28.31	
Abbanoa SpA - Potab. Olbia Colcò	0.53			0.40	
CIP Gallura - utenza civile da rete industriale	0.60			0.38	
Abbanoa SpA - Potab. Budoni, Siniscola, altri	7.00		5A - Posada	6.65	

UTENZE CIVILI	VOLUME DISPONIBILE 2017 [Mm ³]		DENOMINAZIONE SCHEMA IDRAULICO	Erogazioni Medie 2012-2016 [Mm ³]	
	Gestione ENAS	Altre gestioni		Gestione ENAS	Altre gestioni
Abbanoa SpA - Potab. Galtelli, altri usi civili	3.70		5B - Cedrino	3.48	
Abbanoa SpA - Potab. Tortoli	2.00		6A - Alto Flumendosa - Sa Teula	2.13	
Abbanoa SpA - Potab. Villagrande (da Alto Flumendosa II Salto - ENEL)	-	0.35		0.35	
Abbanoa SpA - Potab. San Lorenzo	1.90		7A - Medio e Basso Flumendosa	1.83	
Abbanoa SpA - Potab. San Michele	13.00			15.16	
Abbanoa SpA - Potab. Simbirizzi	42.50			42.83	
Abbanoa SpA - Potab. Mulargia (Gerrei)	0.64			0.77	
Abbanoa SpA - Potab. Is Barrocos (Sarcidano - Isili)	7.40			8.16	
Abbanoa SpA - Potab. Donori	17.00			17.65	
Abbanoa SpA - Potab. Pranu Monteri (Nurri - Orroli - Sarcidano - Isili (da Ponte Maxia))	2.30			1.95	
Utente finale Enas	0.00			0.00	
Abbanoa SpA - Potab. S. Antonio di Santadi	0.20		7B - Campidano: Fluminimannu - Mannu di Monastir	0.23	
Abbanoa SpA - Potab. Villacidro	2.80		7C - Leni	2.70	
Abbanoa SpA - Potab. Bau Pressiu	5.00		7E - Basso Cixerri - Fluminimannu - Santa Lucia (Genna Is Abis)	2.89	
Abbanoa SpA - Potab. Sarroch	3.30			2.95	
TOTALE USO CIVILE	218.50	11.85		223.17	12.35

4.5.2 Volumi disponibili per il comparto irriguo

Sulla base di quanto finora rappresentato, nella tabella seguente (Tab. 3.2) vengono indicati i volumi disponibili dal Sistema Idrico Multisetoriale Regionale per il comparto irriguo, per l'intera annualità 2017, suddivisi tra gestione ENAS e altre gestioni (Abbanoa SpA, ENEL).

Complessivamente il volume disponibile dal Sistema Idrico Multisetoriale per il settore irriguo, per l'annualità 2017, ammonta a 445.41 Mm³ di cui 421.41 Mm³ dal Sistema Multisetoriale gestito dall'ENAS.

Come più sopra riportato, considerate le favorevoli precipitazioni che hanno interessato l'isola nei mesi ottobre 2016 – febbraio 2017, hanno consentito di ripristinare in buona misura le riserve idriche nei principali sistemi idrici e, pertanto, si ipotizza per il settore irriguo un'erogazione in linea con le richieste medie degli ultimi anni.

Tale criterio non può essere esteso al comparto irriguo della Nurra (sistema idrico Temo-Cuga-Bidighinzu), dell'alto Cixerri, del Posada e del Cedrino, nei quali permane una situazione di consistente criticità e per i quali, di conseguenza, si è prevista una riduzione delle assegnazioni rispetto alle medie degli ultimi 5 anni.

I volumi disponibili per gli usi irrigui dei Consorzi di Bonifica della Nurra, della Gallura e della Sardegna Meridionale saranno integrati dal riutilizzo dei reflui prodotti dagli impianti di depurazione, rispettivamente, di Alghero San Marco, di Olbia Sa Corroncedda e di Curcuris.

Tab. 3.2 – Volumi di acqua grezza disponibili per usi irrigui, per il 2017

UTENZE IRRIGUE	VOLUME DISPONIBILE 2017 [Mm ³]		Fonti altre gestioni	Denominazione schema idraulico	Erogazioni Medie 2012-2016 [Mm ³]	
	Gestione ENAS	Altre gestioni			Gestione ENAS	Altre gestioni
Consorzio di Bonifica della Nurra	10			3C - Alto e Medio Temo - Cuga -Bidighinzu - Mannu di Ozieri	33	
	9	5	Pozzi Nurra (Tottubella, Bonassai e Sella & Mosca 3.1Mmc) e Reflui Alghero (1.9Mmc)	3B - Coghinas - Mannu di Porto Torres (8 Mmc) e Surigheddu (1 Mmc)		n.d.
Consorzio di Bonifica del Nord Sardegna	15			3A - Mannu di Pattada - Alto Tirso (Alto Coghinas-Monte Lerno)	22	
	7			3B - Coghinas - Mannu di Porto Torres (Coghinas - Trav. Donigazza)		
		12	Coghinas Casteldoria (da ENEL) per irrigazione bassa valle Coghinas	3B - Coghinas - Mannu di Porto Torres		12
Consorzio di Bonifica della Gallura	25			4A - Liscia - Padrongiano	24	
Consorzio di Bonifica dell'Oristanese	160			2C - Tirso - Mogoro - Fluminimannu di Pabillonis	153	
Consorzio di Bonifica della Sardegna Centrale	18			5A - Posada	22	
	20			5B - Cedrino	22	
		7	Da Taloro Benzone – ENEL - per irrigazione media valle Tirso	2A - Taloro		7
Consorzio di Bonifica dell'Ogliastra	14			6A - Alto Flumendosa - Sa Teula	12	
Consorzio di Bonifica del Cixerri	4			7D - Cixerri - Rio Casteddu	9	
	1			7A - Medio e Basso Flumendosa		
Consorzio di Bonifica del Basso Sulcis	10			1B - Rio Palmas - Flumentepido	9	
Consorzio di Bonifica della Sardegna Meridionale	120			7A-7B-7C-7E - Flumendosa-Campidano-Cixerri	115	
Totale Consorzi di Bonifica	413	24			422	24

Tab. 3.2 – Volumi di acqua grezza disponibili per usi irrigui, per il 2017

UTENZE IRRIGUE	VOLUME DISPONIBILE 2017 [Mm ³]		Fonti altre gestioni	Denominazione schema idraulico	Erogazioni Medie 2012-2016 [Mm ³]	
	Gestione ENAS	Altre gestioni			Gestione ENAS	Altre gestioni
Totale Consorzi di Bonifica	413	24			422	24
Compensorio ENAS O.N.C.	6.5			7B - Campidano: Fluminimannu - Mannu di Monastir	6	
Compensorio ENAS Isili Nord	1			7A - Medio e Basso Flumendosa	0.8	
Compensorio ENAS Valle dei Giunchi	0.3			3C - Alto e Medio Temo - Cuga -Bidighinzu - Mannu di Ozieri	0.9	
Totale Compensori irrigui ENAS	7.8				7.7	
Utenze dirette ENAS	0.01			7A - Medio e Basso Flumendosa	0.005	
	0.6			3B - Coghinas - Mannu di Porto Torres	0.6	
Totale utenze dirette ENAS	0.61				0.605	
TOTALE USO IRRIGUO	421.41	24			430.305	24

4.5.3 Volumi disponibili per il comparto industriale

Nella tabella seguente (Tab. 3.3) vengono indicati i volumi disponibili dal Sistema Idrico Multisetoriale Regionale per il comparto industriale, per l'annualità 2017, suddivisi tra gestione ENAS e altre gestioni.

Complessivamente il volume disponibile dal Sistema Idrico Multisetoriale per il settore industriale, per l'annualità 2017, ammonta a 28.81 Mm³ di cui 21.81 Mm³ dal Sistema Multisetoriale gestito dall'ENAS.

Tab. 3.3 – Volumi di acqua grezza disponibili per usi industriali, per il 2017

UTENZE INDUSTRIALI	VOLUME DISPONIBILE 2017 [Mm ³]		DENOMINAZIONE SCHEMA IDRAULICO	Erogazioni Medie 2012-2016 [Mm ³]	
	Gestione ENAS	Altre gestioni		Gestione ENAS	Altre gestioni
Consorzio Industriale Provinciale Carbonia-Iglesias (ex CNISI)	3.00		1B - Rio Palmas - Flumentepido	2.98	
Consorzio Industriale Provinciale Nuoro - Sardegna Centrale (Agglomerato Ottana)		7.00	2A - Taloro (da Benzone- ENEL)		7.00
Consorzio Industriale Provinciale Sassari	2.10		3B - Coghinas - Mannu di Porto Torres	3.12	
Utente finale di ENAS	0.05			0.05	
Consorzio Industriale Provinciale Gallura	0.15		4A - Liscia - Padrongiano	0.32	
Consorzio per la Zona Industriale di Siniscola	0.07		5A - Posada	0.05	
CIP Ogliastra (ex ZIR Tortoli – Arbatax)	0.25		6A - Alto Flumendosa - Sa Teula	0.23	
Consorzio Industriale Provinciale Cagliari - CACIP	0.40		7B - Campidano: Fluminimannu - Mannu di Monastir	0.34	
Utente finale di ENAS	0.04			0.03	
Consorzio Industriale Provinciale Medio Campidano-Villacidro	0.45		7C - Leni	0.36	
Consorzio Industriale Provinciale Cagliari - CACIP	15.30		7E - Basso Cixerri - Fluminimannu - Santa Lucia (Genna Is Abis)	11.95	
TOTALE USO INDUSTRIALE	21.81	7.00		19.43	7.00

5 Indirizzi operativi sulle attività e sugli interventi di mitigazione

Al fine di pervenire ad individuare le principali linee di indirizzo per l'individuazione delle contromisure necessarie a gestire al meglio l'attuale situazione di criticità delle scorte idriche invasate nei serbatoi artificiali del sistema idrico multisettoriale regionale appare necessario definire alcuni elementi fondamentali richiamando i punti principali dell'analisi precedentemente illustrata.

INQUADRAMENTO IDROLOGICO E INDICATORI DI SICCAITA'

Risulta evidente la criticità delle precipitazioni che negli ultimi quattro anni risultano caratterizzati da bassi valori di altezza di pioggia rispetto alla media storica delle grandezze osservate da quasi 100 anni. Tale deficit di precipitazione pur con livelli differenti ha interessato tutte le aree idrografiche dell'isola.

Tale fenomeno ha comportato che per il quarto anno consecutivo si è dovuto far fronte, per la maggior parte degli schemi idrici, al fabbisogno idrico multisettoriale regionale andando ad utilizzare parzialmente le riserve idriche accumulate nei serbatoi negli anni di apporti più favorevoli. Per trovare condizioni simili, con così ridotti volumi di risorse idriche accumulate, bisogna ritornare indietro fino all'inizio dell'anno idrologico 2008-2009 per il sistema complessivo e fino al 2002 per il sistema Temo-Cuga-Bidighinzu.

La situazione delle riserve è controllata dal sistema di monitoraggio degli indicatori di stato per il monitoraggio e il preallarme della siccità predisposto mensilmente per i serbatoi artificiali del sistema idrico multisettoriale regionale; l'indicatore generale del sistema di monitoraggio della siccità aggiornato al 30 aprile scorso, pari a 0.33, è appena al di sopra del limite, 0.30, che separa il livello di "vigilanza" dal livello di "pericolo"; alcuni sistemi sono già a livello di "pericolo" e tra questi risulta certamente in emergenza i sistemi del Temo-Cuga-Bidighinzu, Posada, Cedrino per la necessità di garantire gli usi civili.

In termini complessivi il volume presente nei serbatoi aggiornato al 30 aprile risulta pari a 1419 milioni di mc a fronte di un volume medio erogato annualmente di circa 700 milioni di mc. Emerge, in definitiva, il ruolo strategico dei serbatoi artificiali, realizzati con le dighe di sbarramento, per la garanzia del sistema di approvvigionamento idrico della Sardegna.

Da qui l'importanza di mantenere in efficienza la dotazione infrastrutturale che pur caratterizzata di alcune criticità registra complessivamente una efficienza del 90%, percentuale che sale al 95% se si sottrae dalla statistica la diga sul Tirso a Cantoniera, la più recente tra le grandi dighe realizzate e ancora in invaso sperimentale.

CABINA DI REGIA E CONTROMISURE ADOTTATE E DA ADOTTARE DI TIPO OPERATIVO

Con la Delibera del Comitato Istituzionale n.1 del 17.05.2016 "Attività di cui alla deliberazione n. 1 del 21.01.2016 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino: Programmazione risorse idriche annualità 2016" era stato evidenziato che l'anno idrologico in corso 2015-2016 si è rivelato essere uno dei più critici nei quasi cento anni di osservazione dal 1922, con una persistenza pluriennale dei fenomeni siccitosi. Sulla base di tali elementi era stato deciso di limitare le erogazioni ai soli usi agricoli di alcuni schemi (Liscia e Posada) ed era stato precisato che le assegnazioni per gli usi irrigui del 2017 saranno condizionate al recupero di livelli idrici normali che sarà possibile solo se a partire da questo autunno 2016 saranno disponibili piogge consistenti per un periodo di tempo prolungato.

Si è quindi provveduto a fornire alcuni indirizzi operativi: ad ENAS in merito alla valorizzazione delle risorse marginali, con un più alto costo energetico, al fine di salvaguardare al massimo le risorse accumulate nei principali serbatoi; sempre ad ENAS di destinare agli usi della Gallura serviti dal Liscia le risorse accumulate nel serbatoio del Pagghiolu (circa 3 milioni di mc) effettuando un primo trasferimento in alveo di 1 milione di mc; all'Ente di Governo d'Ambito della Sardegna, in stretta collaborazione con Abbanoa spa, gestore del servizio idrico integrato, di procedere, per il settore civile a definire ed a mettere in atto le necessarie misure di mitigazione come previsto dal sistema di monitoraggio.

Il monitoraggio delle erogazioni durante l'anno 2016 ha poi accertato che il mancato rispetto della programmazione per il sistema del Posada ha accelerato la riduzione delle scorte idriche mettendo a rischio l'approvvigionamento idropotabile.

In conseguenza a tale elemento è stata decisa, nell'ambito della cabina di regia, la completa chiusura della rete irrigua alimentata dal Posada al fine di minimizzare le perdite in rete che costituiscono la maggior quota di prelievo dall'invaso.

Sono esclusi dalla chiusura i rami al servizio dei potabilizzatori gestiti da Abbanoa e quelli interessati da prelievi di utenze strategiche per le attività turistiche segnalate dalle amministrazioni locali.

L'alimentazione delle case scarse è effettuata tramite autobotti con un servizio predisposto in collaborazione dalla Protezione Civile regionale, dalle amministrazioni locali e dal Consorzio di Bonifica della Sardegna Centrale.

INTERVENTI INFRASTRUTTURALI DI BREVE-MEDIO PERIODO

A seguito della ricognizione effettuata nell'ambito della cabina di regia i Consorzi di Bonifica nella loro generalità hanno segnalato la rilevanza delle perdite idriche nei sistemi di distribuzione irrigua di loro competenza, così come la necessità di intervenire per l'efficientamento delle stazioni di sollevamento sia dal punto di vista idraulico che energetico.

D'altra parte è noto, anche perché certificato dallo specifico indicatore ISTAT, che le perdite nel sistema acquedottistico civile si attestano intorno al 55% del volume immesso in rete. Pertanto la prima azione di sistema fondamentale è quella di intervenire sulle reti secondo una linea già intrapresa ma che deve essere intensificata considerato il peso rilevante in termini di consumo non sostenibile di risorsa.

A tale proposito, gli interventi infrastrutturali devono essere concepiti come integrativi di buone pratiche gestionali, basate sull'analisi numerica del comportamento delle reti mappate su cartografia digitale con impianti di telecontrollo di portate e pressioni e di telelettura dei contatori. Resta, comunque, ineludibile il problema che le perdite idriche delle reti di distribuzione, civili ed irrigue, che aumentano inesorabilmente ogni anno, in funzione dell'anzianità di servizio delle tubazioni, in mancanza dei necessari investimenti.

In questo ambito non si può trascurare l'azione relativa al controllo e verifica dell'ammissibilità dei consumi unitari in agricoltura. Sia a livello consortile e sia aziendale devono essere installate le apparecchiature per il controllo dei consumi idrici in rapporto alle colture in atto. Tale attività è indispensabile per ottimizzare l'uso dell'acqua orientando l'utente finale a gestire meglio le risorse assegnate.

Un'azione non secondaria a livello programmatico è quella della pianificazione degli ordinamenti colturali massimizzando, in termini di filiera complessiva del settore agricolo, i benefici ritraibili per mc di acqua fornito all'utenza.

Per quel che riguarda gli invasi e i sistemi di accumulo delle risorse idriche si rilevano diverse limitazioni di invaso che, come si è visto, interessano percentualmente una quota limitata della capacità teorica disponibile.

Tuttavia tali limitazioni localmente possono risultare determinanti per la valutazione della disponibilità delle risorse e, pertanto, appare indispensabile intervenire per eliminare le attuali deficienze infrastrutturali. In termini di priorità si segnalano l'invaso sul Mannu di Pattada a M. Lerno, l'invaso sul Tirso a Cantoniera ed il completamento dei lavori sul Posada a Maccheronis. Un aspetto da approfondire riguarda l'eventuale intervento da realizzare su alcuni serbatoi per l'adeguamento degli organi di scarico a seguito delle verifiche idrauliche in corso ai sensi della vigente normativa.

Come detto in precedenza, recentemente ENAS, per l'invaso sul Tirso, ha inoltrato al Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti - Direzione Generale per le dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche una richiesta di autorizzazione all'esercizio ordinario dell'invaso sino alla quota di 105,00 m s.l.m., per un volume di regolazione di circa 450 milioni di mc. Rispetto ai 499 milioni di mc stabiliti dal Piano Stralcio Fasce Fluviali per la funzione di regolazione tale valore porterebbe il coefficiente di utilizzazione del serbatoio al valore del 90%.

Dall'analisi effettuata in merito all'impatto sui sistemi antropici delle fluttuazioni climatiche in atto, statisticamente accertate, risulta che i volumi mediamente erogabili dai sistemi idrici regionali si sono drasticamente ridotti a causa di una riduzione delle precipitazioni che ha determinato una riduzione degli apporti naturali dei corsi d'acqua che si attesta intorno al 50%. Ad esempio nei sistemi principali (Tirso e Flumendosa) si raggiungerebbe un prelievo pari a circa il 75% delle risorse naturali.

Tale valore risulta tecnicamente non ammissibile per un sistema di approvvigionamento idrico con un adeguato livello di affidabilità. I deficit medi, 1-2%, e quelli massimi pari a circa il 30% possono in una certa misura essere gestiti ma solo se accompagnati da precise misure di mitigazione dei loro effetti.

Si registrano fallanze nei sistemi Alto Cixerri, Posada, Cedrino, Alto Coghinas e Liscia, che risulta il sistema più critico con un deficit medio di circa il 20%;

Si richiama quanto detto in precedenza in merito alla priorità delle azioni di recupero delle perdite idriche rese ancora più indispensabili in tali situazioni climatiche nelle quali risulta non più ammissibile una dispersione idrica così elevata che determina una non sostenibilità degli usi.

La seconda linea di intervento è quella di incrementare le interconnessioni tra i sistemi, potenziando le esistenti e realizzandone alcune nuove.

Tale azione non determina, se non in alcuni casi, un aumento nei volumi medi erogabili ma certamente riduce la vulnerabilità dei sistemi e ne aumenta la resilienza, entrambi aspetti non secondari soprattutto in termini di approvvigionamento idropotabile.

La terza linea è quella di incrementare i nodi risorsa cioè di realizzare nuove opere di captazione di bacini idrografici oggi non utilizzati o solo parzialmente utilizzati.

Per quel che riguarda le interconnessioni, ricordata la strategicità del collegamento Tirso-Flumendosa ormai in esercizio da circa 10 anni, si segnalano in termini di priorità:

- il riassetto funzionale dell'acquedotto (I e II condotta) del Coghinas che dimensionato per circa 4 mc/s oggi è drasticamente limitato nel trasporto da problemi infrastrutturali che devono essere rimossi con interventi localizzati o, eventualmente, con alternative progettuali più rilevanti. L'importanza di tale intervento è evidenziata dal fatto che il sistema idrico del Coghinas, basato sulla diga di Muzzone, ha ancora margini per ulteriori utilizzi e che pertanto risulta indispensabile ricostituire la previsione programmatica e progettuale in termini di volumi trasferiti agli usi multisettoriali della Nurra e del Sassarese aree caratterizzata da un deficit di risorsa;

- nell'ambito dei medesimi schemi idrici deve essere approfondita la possibilità di interconnettere direttamente e senza costi energetici di sollevamento i serbatoi del Mannu di Pattada a Monte Lerno e del Bidighinzu a Monte Ozzastru. Ciò consentirebbe di sfruttare i potenziali sfiori di Monte Lerno per incrementare gli invasi del Bidighinzu, che sottende un bacino idrografico di limitata estensione e di garantire un'ulteriore integrazione di soccorso a detto invaso in condizioni di criticità. Si ricorda d'altra parte che una parte dello schema idropotabile servito attualmente dal Mannu di Pattada viene a breve trasferito a carico del serbatoio sul Pagghiolu a Monti di Deu e che può essere studiata una interconnessione integrativa dalla diga di Muzzone per la parte più valliva del comprensorio
- risulta già programmata l'interconnessione del sistema del Flumendosa-Campidano e, quindi, del Tirso con l'Alto Cixerri e il Basso Sulcis (serbatoio di M.Pranu); l'analisi effettuata e l'evidenza della criticità riscontrata nel corrente anno 2017 ne conferma pienamente la validità;
- l'interconnessione Posada-Cedrino è da approfondire in termini di soluzione progettuale dal punto di vista tecnico. Certamente utile per garantire l'approvvigionamento idropotabile dei centri urbani serviti dai due schemi è da valutare una volta noti i relativi costi di intervento, tenendo conto il suo contributo marginale all'incremento dei volumi medi disponibili;

Per quel che riguarda la captazione di nuove risorse nel breve periodo si deve concentrare l'attenzione sulle derivazioni ad acqua fluente.

La possibilità di realizzare nuovi serbatoi fra quelli a suo tempo analizzati negli atti di pianificazione, come il "Piano Acque" del 1982, è da valutare in modo approfondito in relazione innanzitutto alla efficacia di tali opere alla luce dei cambiamenti climatici in atto, alle implicazioni ambientali ed alla valutazione attenta dei reali costi e tempi di realizzazione.

In tale contesto devono comunque essere intraprese tutte le azioni per garantire il completamento delle opere avviate relative ai nuovi invasi di M.Nieddu sul rio di Pula, di Cumbidanovu sul Cedrino ed al potenziamento della capacità di accumulo del Posada a Maccheronis;

Nell'ambito delle derivazioni ad acqua fluente appare certamente prioritaria la realizzazione delle traverse e delle linee di collegamento per l'integrazione delle risorse del sistema Liscia che, come riportato in precedenza è il sistema che presenta, nell'intera isola, il maggior deficit tra risorse potenzialmente disponibili e fabbisogni annui.

In particolare i bacini da intercettare sono quello della media valle del Liscia, per il quale potrebbe essere utilizzata una condotta esistente dello schema potabile inutilizzata nella stagione umida e quello del Padrongianu.

Con riguardo alle azioni che portano ad un incremento delle risorse utilizzabili non deve essere trascurata l'attività per il riuso dei reflui civili opportunamente trattati sia per gli usi agricoli e sia per gli usi non potabili degli insediamenti urbani, turistici e industriali.

Il riutilizzo delle acque reflue recuperate, oltre a rappresentare una misura volta ad assicurare l'equilibrio del bilancio idrico, deve sempre essere preso in considerazione quale possibile opzione di smaltimento a valle di un trattamento depurativo, in alternativa allo scarico in un corpo idrico recettore o sul suolo.

In questi ultimi anni è stato avviato un importante programma per attivare concretamente questa possibilità attraverso interventi di affinamento su alcuni impianti esistenti e di connessione alle reti irrigue.

Per quel che riguarda il sistema idropotabile si possono individuare alcune linee di indirizzo specifiche da sviluppare nel Piano d'ambito in corso di aggiornamento sintetizzate nel seguito.

- A fronte di un sistema di interconnessioni già in parte realizzato e in fase di potenziamento a livello del sistema primario, la struttura degli schemi acquedottistici attuale (N.P.R.G.A.) prevede in linea generale schemi separati e considerati "isolati". Il principio delle interconnessioni deve essere pertanto esteso anche ai sistemi delle adduzioni di acqua potabilizzata assicurando lo scambio di risorsa tra schemi differenti. Ciò al fine di consentire l'ottimizzazione dei prelievi dalle fonti primarie, serbatoi artificiali del sistema idrico multisettoriale regionale, la riduzione della vulnerabilità realizzando un sistema di ridondanze che consenta di sopperire a crisi idriche locali e/o a fallanze infrastrutturali ed anche il trasporto della risorsa acqua da zone ove questa è disponibile verso quelle periferiche attualmente servite da sorgenti locali che risentono grandemente della stagionalità delle piogge;
- E' necessario procedere al ripristino di sistemi di approvvigionamento da acquiferi sotterranei oggi abbandonati, oltre ad una soglia minima dimensionale e alla predisposizione, sulla base di puntuali studi idrogeologici, di ulteriori sistemi. Tali fonti devono essere gestite con cautela in quanto le fluttuazioni climatiche incidono anche sulle reali disponibilità di tali risorse. Tuttavia l'importanza di provvedere alla messa in esercizio di tali impianti discende dall'esigenza di poter disporre, in casi di necessità, di fonti alternative a quelle collegate ai serbatoi artificiali da utilizzare per prevenire le emergenze. La gestione integrata delle risorse consentirà così di utilizzare in via ordinaria le risorse superficiali e solo nei periodi siccitosi le risorse sotterranee, avendo tenuto a riposo gli acquiferi negli anni di abbondanti risorse superficiali, garantendogli così una ricarica adeguata. In pratica si potrebbero così utilizzare i volumi degli acquiferi quale ulteriore capacità di regolazione pluriennale del sistema;
- L'insieme delle linee di indirizzo sopra illustrato porta a definire un quadro di interventi finalizzati, in parte alla creazione di un sistema integrato di fonti di approvvigionamento idrico sostenibili ed in parte orientati alla progressiva realizzazione di una struttura acquedottistica regionale che consentirà di accumulare risorse idriche nei periodi piovosi e trasferirle poi alle aree di crisi in caso di necessità. Il nuovo sistema idrico regionale sarà quindi in grado di integrare differenti tipologie di fonti di approvvigionamento sostenibili: acque di superficie accumulate e acque prelevate da falde acquifere. Il nuovo assetto serve a comporre un sistema che offra le necessarie condizioni di sicurezza contro i mutamenti climatici e la siccità. A fronte della complessità dei provvedimenti da adottare, la definizione della nuova strategia sarà approfondita, come detto, nel corso dello sviluppo del Piano d'Ambito che l'Ente di Governo dell'Ambito della Sardegna ha in corso di redazione, con il lavoro congiunto di EGAS e del Gestore ed in collaborazione con gli uffici regionali competenti per il rispetto della Pianificazione regionale con particolare riferimento al Piano di Gestione del distretto di cui alla direttiva 2000/60/CE. Tale lavoro dovrà essere in grado di dare concrete e rapide risposte alle situazioni di crisi verificatesi in questi anni.

ALLEGATO A) - PROGRAMMAZIONE DELLE RISORSE IDRICHE PER L'ANNO 2017 - RAPPORTO SULLO STATO DI CRITICITÀ DEL SISTEMA DI APPROVVIGIONAMENTO IDRICO MULTISETTORIALE REGIONALE E INDIRIZZI OPERATIVI SULLE ATTIVITÀ E SUGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE (AGGIORNATO AL 30 APRILE 2017).		1
1	PREMESSA	2
2	LA MODELLAZIONE IDROLOGICA ADOTTATA	4
2.1	INDAGINE PLUVIOMETRICA	4
2.1.1	<i>Indagine Pluviometrica: anno idrologico 2015-2016</i>	15
2.1.2	<i>Indagine Pluviometrica: anno idrologico in corso, 2016-2017</i>	19
2.2	LA TRASFORMAZIONE AFFLUSSI-DEFLUSSI	27
2.3	LA RICOSTRUZIONE DEI DEFLUSSI ALLE SEZIONI DI INTERESSE E LA SIMULAZIONE DEL FUNZIONAMENTO DEL SISTEMA DI APPROVVIGIONAMENTO PRIMARIO REGIONALE	32
3	GLI INVASI DEL SISTEMA IDRICO MULTISETTORIALE REGIONALE	38
4	BILANCIO IDRICO AI SERBATOI DEL SISTEMA IDRICO MULTISETTORIALE REG.	45
4.1	BOLLETTINO DEI SERBATOI ARTIFICIALI DEL SISTEMA IDRICO MULTISETTORIALE DELLA SARDEGNA: INDICATORI DI STATO PER IL MONITORAGGIO DELLA SICCIÀ	45
4.2	LE EROGAZIONI DAL SIMR	51
4.3	ANALISI DELLE CRITICITÀ	57
4.4	LA POTENZIALITÀ DI EROGAZIONE DEI PRINCIPALI SCHEMI DEL SISTEMA IDRICO MULTISETTORIALE REGIONALE	62
4.5	LA PROGRAMMAZIONE DELLE RISORSE PER L'ANNO 2017	67
4.5.1	<i>Volumi disponibili per il comparto civile</i>	67
4.5.2	<i>Volumi disponibili per il comparto irriguo</i>	70
4.5.3	<i>Volumi disponibili per il comparto industriale</i>	73
5	INDIRIZZI OPERATIVI SULLE ATTIVITÀ E SUGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE	75