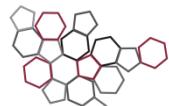




**ISPRRA**

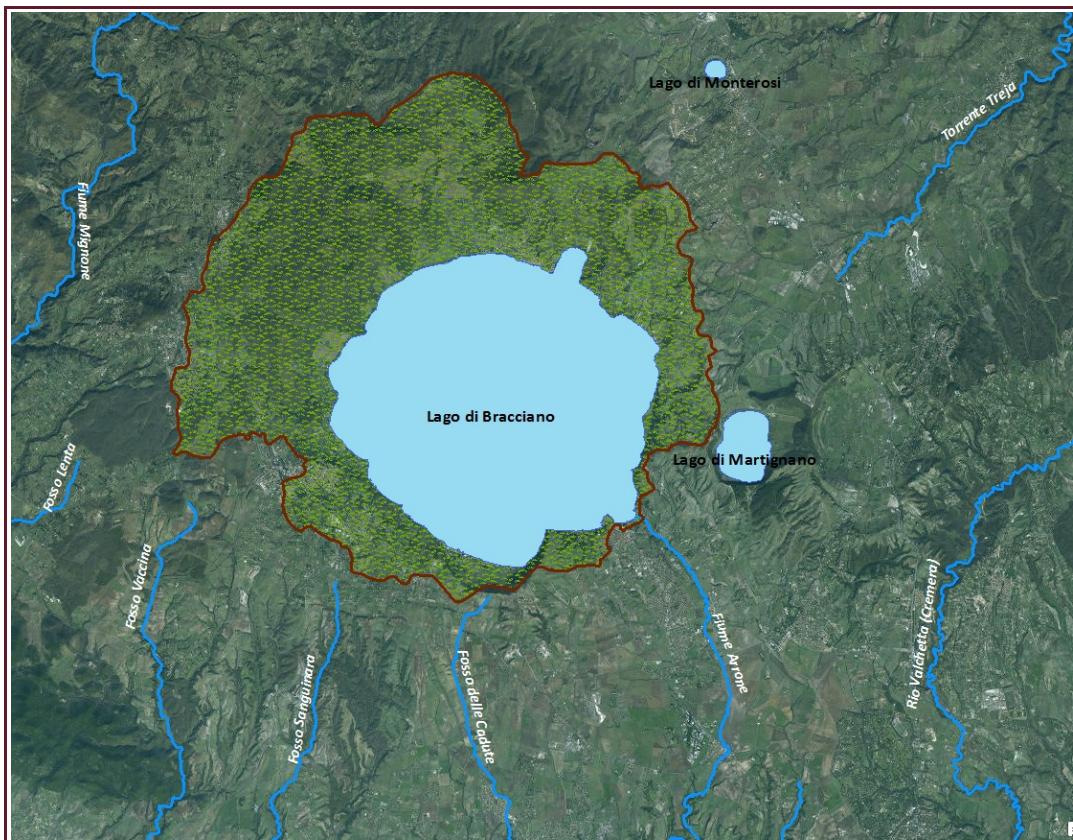
Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale



Sistema Nazionale  
per la Protezione  
dell'Ambiente

---

# Analisi e valutazione dello stato ambientale del Lago di Bracciano riferito all'estate 2017



## RAPPORTO ISPRRA

---

Roma, 18 ottobre 2017

A cura di:

N. Baccetti, V. Bellucci, S. Bernabei, P. Bianco, G. Braca, M. Bussetti, C. Cascone,  
L. Ciccarese, S. D'Antoni, A. Grignetti, B. Lastoria, S. Mandrone, S. Mariani, V. Silli e  
S. Venturelli

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>Premessa .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Introduzione .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Inquadramento territoriale.....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Idrologia.....</b>	<b>5</b>
<b>4.1</b>	<b><i>Gli Osservatori distrettuali per l'utilizzo della risorsa idrica .....</i></b>	<b>5</b>
<b>4.2</b>	<b><i>Il monitoraggio idrologico.....</i></b>	<b>7</b>
<b>4.3</b>	<b><i>Situazione meteo-idrologica .....</i></b>	<b>9</b>
<b>4.4</b>	<b><i>Bilancio idrologico preliminare .....</i></b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>Lo stato ambientale del lago e dei corpi idrici connessi .....</b>	<b>24</b>
<b>6</b>	<b>Il Lago e i siti Natura 2000 – pressioni e minacce .....</b>	<b>29</b>
<b>7</b>	<b>Impatti sugli habitat dei siti Natura 2000 - Esito dei sopralluoghi tecnici.....</b>	<b>34</b>
<b>7.1</b>	<b><i>Habitat Natura 2000 analizzati .....</i></b>	<b>35</b>
7.1.1	3130 – Acque stagnanti, da oligotrofe a mesotrofe, con vegetazione dei Littorelletea uniflorae e/o degli Isoëto-Nanojuncetea. ....	35
7.1.1.1	<i>Impatti osservati .....</i>	35
7.1.2	3140 – Acque oligomesotrofe calcaree con vegetazione bentica di Chara spp .....	38
7.1.2.1	<i>Impatti osservati .....</i>	39
7.1.3	3150 – Laghi eutrofici naturali con vegetazione del Magnopotamion o Hydrocharition .....	40
7.1.3.1	<i>Impatti osservati .....</i>	41
7.1.4	92A0 – Foreste a galleria di <i>Salix alba</i> e <i>Populus alba</i> .....	42
7.1.4.1	<i>Impatti osservati .....</i>	43
7.1.5	Osservazioni puntuali .....	43
7.1.5.1	<i>Punto di osservazione 1 - Tra la SP 4 e la riva del lago.....</i>	44
7.1.5.2	<i>Punto di osservazione 2 - Presso zona archeologica Villa Romana, Km 17 SP4. ....</i>	45
7.1.5.3	<i>Punto di osservazione 3 - Passeggiata lungolago Trevignano .....</i>	46
7.1.5.4	<i>Punto di osservazione 4 - Località Pantane e Punto di osservazione 7 - Pantane rive .....</i>	47
7.1.5.5	<i>Punto 5 - Spiaggia Società Agricola Riva di Polline .....</i>	48
7.1.5.6	<i>Punto 6 - Località Pizzo Prato.....</i>	50
7.1.5.7	<i>Punto 8 - Spiaggia di Vigna di Valle .....</i>	50
7.1.5.8	<i>Punto 9 – Località La Marmotta.....</i>	51
<b>8</b>	<b>Considerazioni finali e raccomandazioni .....</b>	<b>52</b>
<b>9</b>	<b>Bibliografia.....</b>	<b>55</b>

## 1 PREMESSA

Il verificarsi di perduranti condizioni di siccità e scarsità idrica, sempre più frequenti negli ultimi anni, ha imposto l'esigenza di un governo integrato dell'acqua che vedesse la partecipazione attiva di tutti i soggetti coinvolti nella gestione della risorsa idrica e garantisse un supporto tecnico-specialistico alle decisioni politiche. La sostenibilità degli usi della risorsa nei suoi aspetti quantitativi e qualitativi in ottemperanza a quanto prescritto dalla Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE (*Water Framework Directive – WFD*), non può che attuarsi attraverso un sistema informato e coordinato di azioni necessarie per la gestione adattiva delle risorse anche in relazione alla maggiore frequenza e intensità con cui si manifestano gli eventi estremi siccitosi e più in generale in relazione ai cambiamenti climatici.

Le condizioni di scarsità idrica che si manifestano, da una parte in termini di forte riduzione dei livelli nei corpi idrici interessati dai prelievi e, dall'altra, in termini di difficoltà di sopperire ai fabbisogni per i diversi usi della risorsa idrica, si verificano per una concomitanza di fattori meteo-climatici (siccità) e di natura antropica (pressioni esercitate sul corpo idrico e sul suo bacino idrogeologico).

In questo contesto sono stati istituiti Osservatori Permanenti sugli utilizzi della risorsa idrica a scala di Distretto Idrografico ai quali partecipano come soggetti attivi il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), il Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali (MiPAAF) e il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (MIT), nonché il Dipartimento di Protezione Civile (DPC), l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), l'Istituto nazionale di statistica (ISTAT), il Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA), il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), le Regioni, l'Associazione Nazionale delle Bonifiche, delle Irrigazioni e dei miglioramenti fondiari (ANBI), i consorzi di regolazione dei laghi, le aziende idriche energetiche e ambientali e le imprese elettriche.

Come specificato nei protocolli che ne accompagnano l'istituzione, l'Osservatorio *“costituisce una struttura operativa di tipo volontario e sussidiario a supporto del governo integrato dell'acqua e, in particolare, cura la raccolta, l'aggiornamento e la diffusione dei dati relativi alla disponibilità e all'uso della risorsa idrica nel distretto [...]”, con l'obiettivo di fornire indirizzi per la regolamentazione dei prelievi e degli usi e delle possibili compensazioni, in funzione degli obiettivi del Piano di Gestione del Distretto Idrografico e del controllo dell'equilibrio del Bilancio Idrico del Distretto Idrografico di cui alla Procedura ottimizzata e della Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (SNACC)”*.

A fine luglio 2017, con il perdurare delle condizioni di siccità e scarsità idrica, l'ISPRA, su richiesta del MATTM, ha avviato una serie di attività conoscitive allo scopo di valutare gli effetti che tali condizioni potevano aver indotto sullo stato ambientale del Lago di Bracciano. Nello specifico sono stati effettuati da parte di esperti del *Dipartimento per il monitoraggio, la tutela dell'ambiente e la conservazione della biodiversità* dell'ISPRA tre sopralluoghi nelle date del 27 luglio, del 25 agosto e del 18 settembre 2017 finalizzati alla valutazione dello stato di conservazione degli ambienti lacustri e, in particolare, della vegetazione e degli habitat presenti in conseguenza del sensibile abbassamento dei livelli idrici nel Lago in questione.

## 2 INTRODUZIONE

Con istanza del 26 settembre 1984 il Comune di Roma richiedeva, per l’Azienda Comunale Elettricità Acque - ACEA, la concessione, a variante e assorbimento delle derivazioni già riconosciute con D.M. n. 2679 del 27 marzo 1926 (integrato dal successivo D.M. n. 8473 del 25 gennaio 1937) con scadenza 31 gennaio 1947 e di preesistenti domande (datare 12 luglio 1947, 24 agosto 1962 e 30 settembre 1963), di derivare dal lago di Bracciano in località Pizzo Prato nel comune di Anguillara Sabazia, la portata di moduli medi 11 (1100 l/s) con un valore massimo, in casi eccezionali, di moduli 50 (5000 l/s). Con D.M. n. 1170 del 16 giugno 1990 il Ministero dei Lavori Pubblici concedeva all’ACEA di derivare dal lago di Bracciano una portata media di 1,1 m<sup>3</sup>/s estendibile a un massimo di 5,5 m<sup>3</sup>/s da riservare a casi eccezionali e assicurando comunque il mantenimento delle escursioni del livello del lago nell’ambito di quelle naturali. L’acqua così prelevata doveva essere addotta, mediante nuova condotta in pressione, con interposto nuovo impianto di potabilizzazione, al centro idrico di Ottavia e quindi distribuita per le esigenze idropotabili della città di Roma. In particolare, il D.M. specificava che l’utilizzazione dell’acqua del lago di Bracciano doveva essere destinata ad adempiere, per le sempre crescenti e complesse esigenze potabili della Capitale, una triplice essenziale funzione di riserva idrica strategica, di compenso stagionale e di sostituzione dell’antico acquedotto Paolo. Gli obblighi e le condizioni cui era vincolata la concessione erano contenuti nel disciplinare n. 12234 di repertorio sottoscritto in data 26 giugno 1989 presso l’Ufficio Speciale del Genio Civile per il Tevere e l’Agro Romano dall’allora Direttore Generale dell’ACEA. Il disciplinare di concessione richiamava e faceva propri gli atti contenuti nel Progetto “Nuovo acquedotto del Lago di Bracciano” redatto nell’aprile del 1984 dall’Azienda Comunale Elettricità e Acque, oggi ACEA S.p.A. e, in particolare, nella Relazione Generale del Progetto del Nuovo Acquedotto del lago di Bracciano, parte integrante del Progetto suddetto. In tali atti si disponeva (rif. pag. 39 lettera b) che il livello idrometrico minimo concesso per le captazioni fosse fissato a 161,90 m s.l.m., prescrivendo l’inserimento di saracinesche di apertura e chiusura e di un sifone idraulico che provvedesse a disinnescare automaticamente le condotte, non appena il livello dell’acqua fosse sceso al di sotto della quota minima stabilita per le captazioni.

Con l’Ordinanza di regolamentazione del livello idrometrico del Lago di Bracciano REGIONE LAZIO REGISTRO UFFICIALE U.0375916.20-07-2017, in cui si legge che *“la Società ACEA ATO 2 S.p.A. ha violato le prescrizioni di cui all’art. 2 – ultimo periodo – ed art. 3, del disciplinare di concessione Rep. n. 12234 del 16.06.1989, continuando a captare l’acqua sebbene la quota minima, prevista nella Relazione Generale, pag. 39 lettera b), parte integrante e sostanziale del Disciplinare medesimo, sia stata raggiunta”*, la Regione Lazio ordina alla ACEA ATO 2 S.p.A di azzerare ogni prelievo della risorsa idrica dal lago a partire dal 29 luglio.

Tale provvedimento è stato impugnato dall’ACEA ATO 2 dinanzi al Tribunale Superiore delle Acque Pubbliche (TSAP). Con successiva ordinanza del 28 luglio la Regione Lazio ha modificato la precedente ordinanza spostando al 1 settembre 2017 la data di sospensione delle captazioni dal Lago di Bracciano e disponendo per il transitorio di limitare progressivamente i prelievi partendo da 400 l/s per il periodo dal 29 luglio al 10 agosto 2017 e proseguendo con 200 l/s dal 11 agosto al 31 agosto 2017.

Il TSAP si è pronunciato con l’Ordinanza n. 176 del 14 agosto 2017 sia in merito alla prima ordinanza della Regione Lazio che alla successiva intervenuta a parziale modifica della precedente stabilendo di evitare la sospensione della captazione ma al contempo di ridurla a 400 l/s.

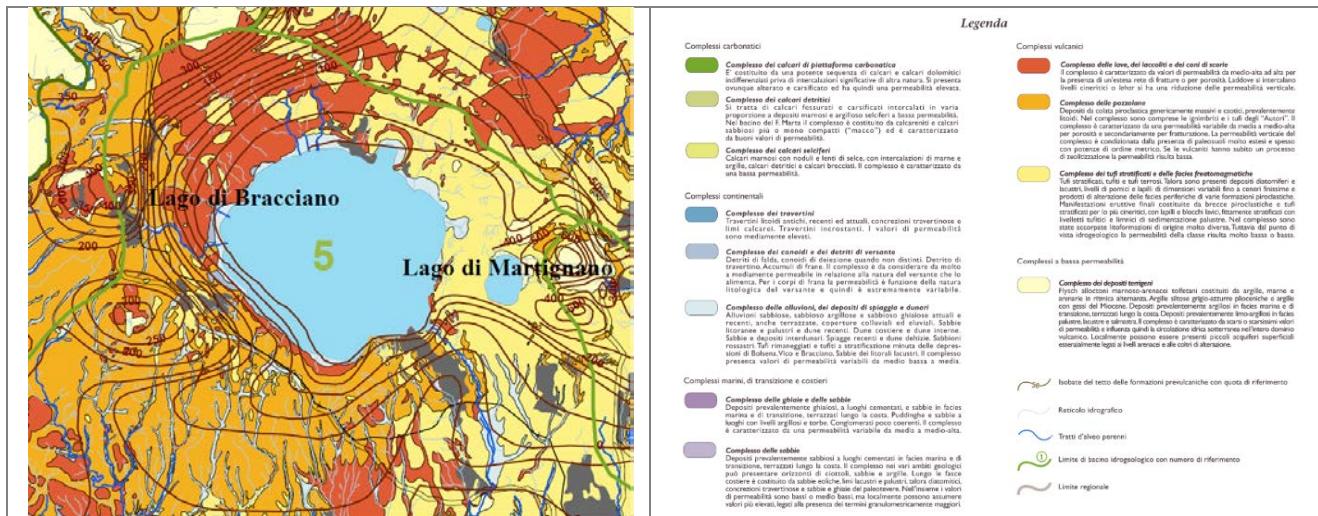
In sede di riunione straordinaria dell’Osservatorio permanente sugli utilizzi della risorsa idrica del Distretto Idrografico dell’Appennino Centrale del 29 agosto 2017, ACEA ha confermato che dal 12 agosto il prelievo

dal Lago di Bracciano è stato azzerato. La stessa ACEA nella riunione straordinaria dell’Osservatorio del [21 settembre](#) ha comunicato che i prelievi dal lago, totalmente sospesi nella fase più acuta della crisi, sono ripresi da settembre nei limiti concessi dalla relativa Ordinanza del Tribunale Superiore delle Acque Pubbliche.

### 3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il Lago di Bracciano ricade all’interno dell’unità idrogeologica dei Monti Sabatini ([Figura 1](#)). La formazione del Lago di Bracciano, iniziata oltre 600 mila anni fa, è legata all’intensa attività del Distretto Vulcanico dei Monti Sabatini caratterizzato da un vulcanismo di tipo areale con l’attivazione di numerosi centri eruttivi (Sacrofano, Baccano, Trevignano, Vigna di Valle, Bracciano, Martignano, Polline, Lagusielo e Monterosi). Il principale centro eruttivo è stato quello di Sacrofano, sia per la grande quantità di prodotti piroclastici erutti sia per la lunga durata del periodo di attività (tra i 600 mila e i 370 mila anni fa), insieme al centro eruttivo di Baccano ([Ente Parco Regionale Bracciano-Martignano, 2009](#); [Capelli et al., 2005](#)).

Il collasso delle strutture vulcaniche a seguito di violenti esplosioni ha comportato la formazione delle caldere omonime (valle di Sacrofano, valle di Baccano). Contemporaneamente, il progressivo svuotamento della grande camera magmatica che alimentava l’attività dei numerosi centri eruttivi del complesso vulcanico Sabatino, insieme all’attività di un sistema di faglie regionali, ha determinato il collasso della parte sommitale della struttura, avvenuto circa 300 mila anni fa, con la formazione di un’ampia depressione vulcano-tettonico che gradualmente si è riempita d’acqua dando origine al Lago di Bracciano.



**Figura 1 – Carta dei complessi idrogeologici stralcio dell’area del lago di Bracciano, scala 1:200.000 (da [Capelli et al., 2005](#)).**

Dal punto di visto morfometrico, il lago è caratterizzato da una profondità massima di circa 165 m, una superficie di 57,47 km<sup>2</sup> all’interno di un bacino imbrifero di 148,36 km<sup>2</sup> ([Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, 1999](#))<sup>1</sup> e un volume di 5,05 km<sup>3</sup> ([Ente Parco Regionale Bracciano-Martignano, 2009](#)).

L’unica cartografia batimetrica del Lago di Bracciano attualmente disponibile è quella pubblicata in [Barbanti e Carollo \(1969\)](#) da cui sono tratte le curve ipsografiche delle superfici e dei volumi del Lago di Bracciano riportate in [Figura 2](#).

<sup>1</sup> Codice sottobacino ARS-100 = Lago di Bracciano (bacino imbrifero compresa la superficie del lago).

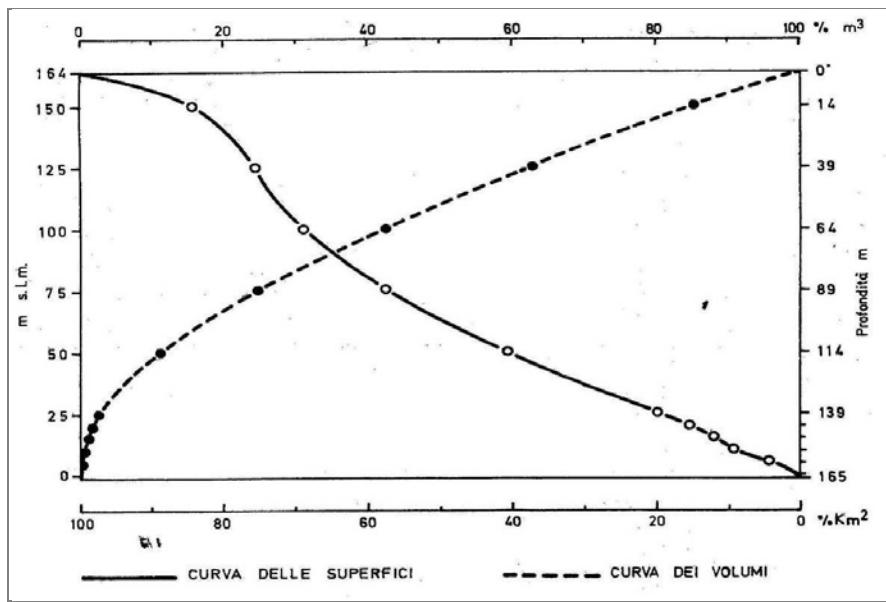


Figura 2 – Curve ipsografiche delle superfici e dei volumi del Lago di Bracciano (da [Barbanti e Carollo, 1969](#)).

Il lago è alimentato da grosse sorgenti sotterranee e riceve il contributo di piccoli fossi immissari. Il fiume Arrone è l'unico emissario del lago di Bracciano, ma il contributo del lago alla portata del corso d'acqua è da considerarsi minimo; solo dopo l'apporto delle acque sorgive termali Giulia e Claudia e del depuratore a servizio dei comuni rivieraschi del lago di Bracciano, la portata del corso d'acqua diventa rilevante ([Provincia di Roma e ARPA Lazio, 2007](#)).

## 4 IDROLOGIA

### 4.1 Gli Osservatori distrettuali per l'utilizzo della risorsa idrica

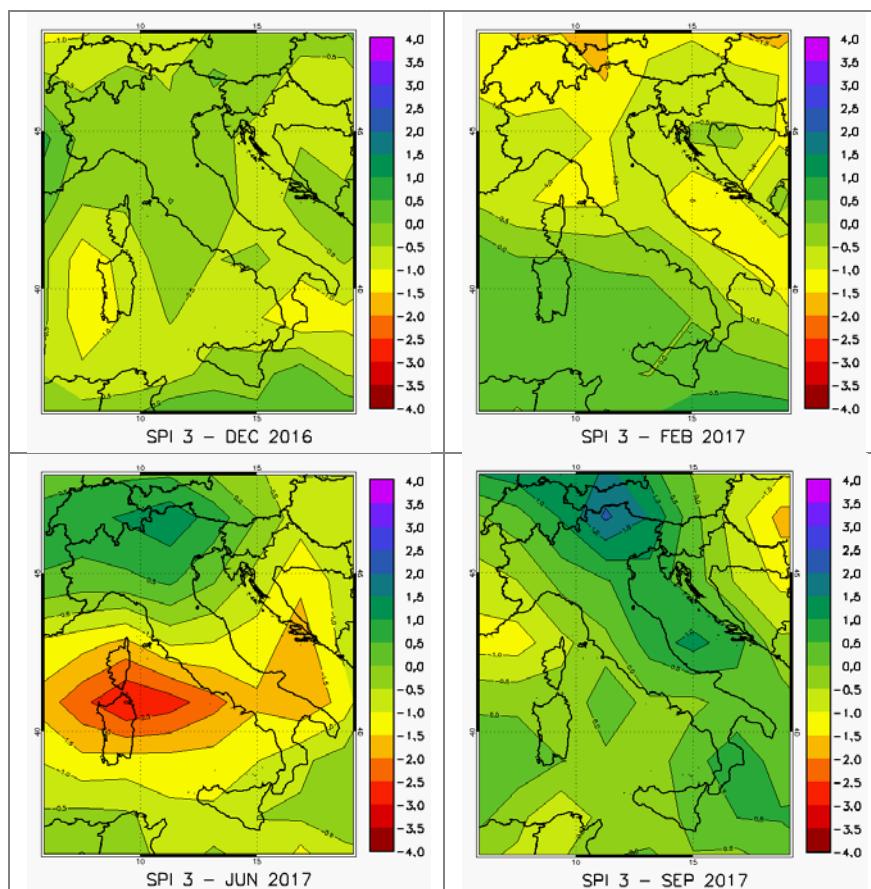
Il 4 febbraio 2016, con comunicato stampa, il MATTM e il DPC hanno annunciato la costituzione di un sistema di “Osservatori permanenti in tutti i distretti idrografici come supporto tecnico-specialistico alle decisioni politiche sul problema della siccità che interessa i laghi e i corsi d'acqua italiani”. L'organismo rappresenta un'applicazione reale del “governo integrato della risorsa”, con la partecipazione attiva di tutti i soggetti coinvolti a livello distrettuale nella gestione della risorsa idrica, tra i quali i Ministeri MATTM, MiPAAF e MIT, nonché la Protezione Civile, l'ISPRA, l'ISTAT, il CREA, il CNR, le Regioni, l'ANBI, consorzi di regolazione dei laghi, aziende idriche energetiche e ambientali e imprese elettriche.

A luglio 2016, con opportuni Protocolli di Intesa, sono stati istituiti gli Osservatori/Cabine di regia distrettuali per l'utilizzo della risorsa idrica per 6 dei 7 Distretti Idrografici (per il Distretto Idrografico della Sicilia è attualmente in corso di completamento la firma del Protocollo d'Intesa da parte dei soggetti coinvolti). Successivamente è stato istituito presso il MATTM il Comitato Tecnico di Coordinamento Nazionale dei suddetti Osservatori.

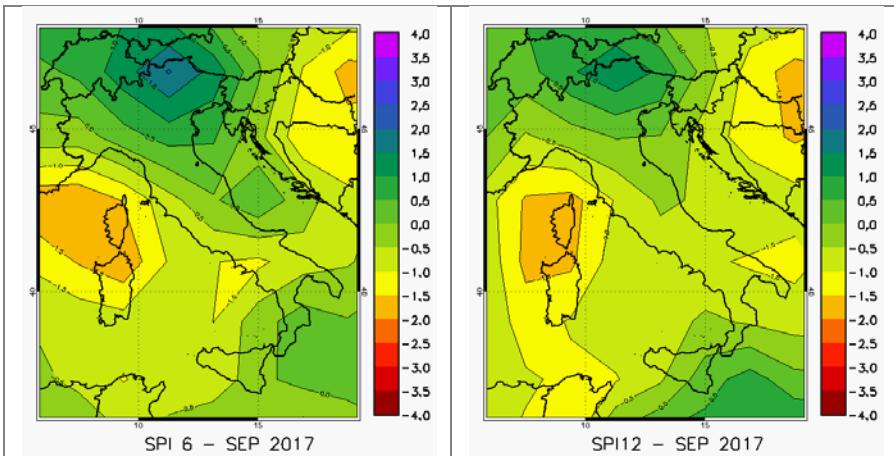
Obiettivi di questi Osservatori sono il rafforzamento della cooperazione e del dialogo tra i soggetti appartenenti al sistema di *governance* della risorsa idrica nell'ambito del distretto, la promozione dell'uso sostenibile della risorsa in attuazione della Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE e il coordinamento delle azioni necessarie per la gestione adattiva delle risorse anche in relazione agli eventi estremi siccitosi e più in generale ai cambiamenti climatici. Gli Osservatori si configurano, quindi, come uno strumento di supporto alle amministrazioni centrali, alle Autorità di Distretto, alle Regioni nella gestione degli eventi di crisi e nel

post-emergenza, svolgendo funzione di raccordo continuo tra le istituzioni per garantire un adeguato flusso d'informazioni, necessario alla valutazione dei livelli di severità degli eventi in corso, della loro evoluzione, anche in relazione ai prelievi in atto, e alla definizione delle azioni più adeguate da porre in essere.

Il coinvolgimento di ISPRA all'interno del sistema degli Osservatori, ratificato dalla Disposizione Direttoriale ISPRA n. 1475/DG del 7 luglio 2016, si esplica attraverso la partecipazione di propri tecnici designati come membri sia nei singoli Osservatori che nel Comitato Tecnico di Coordinamento Nazionale degli stessi. In particolare, nell'ambito delle riunioni straordinarie dell'Osservatorio dell'Appennino Centrale che si sono tenute a partire da luglio 2017 è stata monitorata la situazione del lago di Bracciano a seguito del perdurare del periodo di siccità che ha colpito la zona e, più in generale, ha investito diverse aree del territorio italiano già dalla fine del 2016. A tal proposito, si vedano, ad esempio, in [Figura 3](#) le mappe a scala nazionale dello *Standardized Precipitation Index (SPI)* a 3 mesi, pubblicate nel "[Bollettino mensile di siccità](#)" di ISPRA, che evidenziano già dalla fine del 2016 condizioni di siccità da moderata a estrema sulla scala temporale di 3 mesi, ossia condizioni di deficit di precipitazione sulla cumulata a 3 mesi rispetto alla corrispondente climatologia calcolata sul periodo 1948–2016, sia nei territori settentrionali che in quelli meridionali dell'Italia. Inoltre, dalle mappe di SPI a 6 e 12 mesi per il mese di settembre 2017 riportate in [Figura 4](#), si evince una carenza di precipitazione prolungata, rispetto alla media climatologica, che normalmente ha effetti sia sulla portata dei fiumi che sulla disponibilità di acqua nelle falde sotterranee.



**Figura 3 – Mappe a scala nazionale del "Bollettino mensile di siccità" di ISPRA rappresentanti i valori dello Standardized Precipitation Index a 3 mesi (SPI 3) per dicembre 2016, febbraio 2017, giugno 2017 e settembre 2017, ottenuti utilizzando le rianalisi di precipitazione a 2.5° del National Centers for Environmental Prediction/Department of Energy (NCEP/DOE reanalysis). Valori negativi indicano situazioni di siccità, mentre valori positivi indicano situazioni di surplus di precipitazione.**



**Figura 4 – Mappe a scala nazionale del "Bollettino mensile di siccità" di ISPRA rappresentanti i valori dello Standardized Precipitation Index a 6 mesi (SPI 6) e a 12 mesi (SPI 12) per settembre 2017, ottenuti utilizzando le rianalisi di precipitazione a 2.5° del National Centers for Environmental Prediction/Department of Energy (NCEP/DOE reanalysis). Valori negativi indicano situazioni di siccità, mentre valori positivi indicano situazioni di surplus di precipitazione.**

## 4.2 Il monitoraggio idrologico

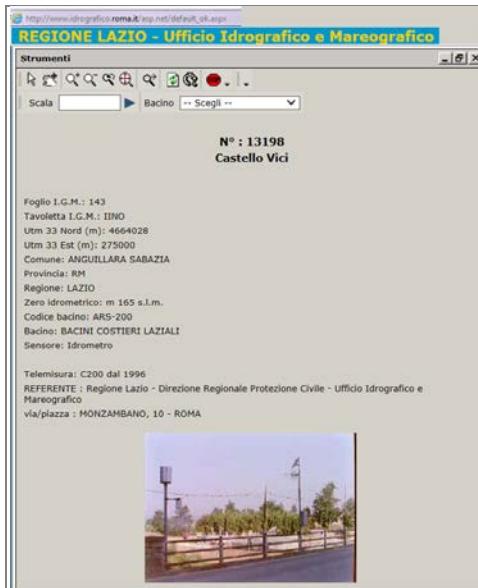
Il monitoraggio idrologico, che dà conto degli aspetti quantitativi della risorsa idrica, valutando l’evoluzione dei livelli idrometrici attraverso la misura in continuo effettuata dagli idrometri, è svolto da strutture regionali e provinciali in base all’art. 92 del D.Lgs. n. 112 del 31 marzo 1998, che ha stabilito il trasferimento a esse di funzioni e compiti degli uffici periferici dell’ex Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN) del Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali, con le modalità definite dal DPCM 24 luglio 2002. Per quanto concerne il lago di Bracciano, il Centro Funzionale (CF) della Regione Lazio è l’ente competente secondo legge nel monitoraggio idrologico.

In relazione al monitoraggio idrometrico del lago di Bracciano si fa presente che esistono almeno tre idrometri con relativi zeri idrometrici.

L’idrometro utilizzato dall’Ente Parco Naturale Regionale di Bracciano-Martignano, riferisce a uno zero idrometrico di 163,04 m s.l.m. Tale quota viene richiamata nell’ambito del Protocollo d’Intesa, denominato “Progetto SMALL” (Sistema di Monitoraggio Ambientale dei Livelli dei Lago) sottoscritto in data 06/05/2015 e successivamente rinnovato in data 27/04/2017 per ulteriori due anni da Regione Lazio, Consorzio Lago Bracciano, Comuni di Anguillara Sabazia, Bracciano, Trevignano Romano, Città Metropolitana di Roma Capitale, Ente Parco di Bracciano e Martignano, Società Acea ATO 2 S.p.A. e Hydra Ricerche s.n.c.. Il Protocollo, inerente la regimazione dei livelli idrici del lago di Bracciano, è finalizzato alla tutela del territorio e ai provvedimenti necessari per la definizione delle variazioni dei livelli minimi e massimi. In particolare all’art. 7 del Protocollo, ultimo comma, è stabilito che la quota di riferimento dello sfioro del lago nel fiume Arrone, sia fissata in 163,04 m s.l.m (c.d. zero idrometrico) per il lago di Bracciano (cfr. *Ordinanza di regolamentazione del livello idrometrico del Lago di Bracciano REGIONE LAZIO REGISTRO UFFICIALE U.0375916.20-07-2017*).

Il secondo idrometro, sito in località Castello Vici, è di proprietà dell’ACEA e si riferisce a uno zero idrometrico a quota 161,74 m s.l.m.

Un terzo idrometro è quello del CF Regione Lazio denominato Castello Vici con lo zero idrometrico a quota 165,00 m s.l.m., del quale si riporta uno stralcio di anagrafica (**Figura 5**) tratto dal sito dell’Ufficio Idrografico e Mareografico di Roma.



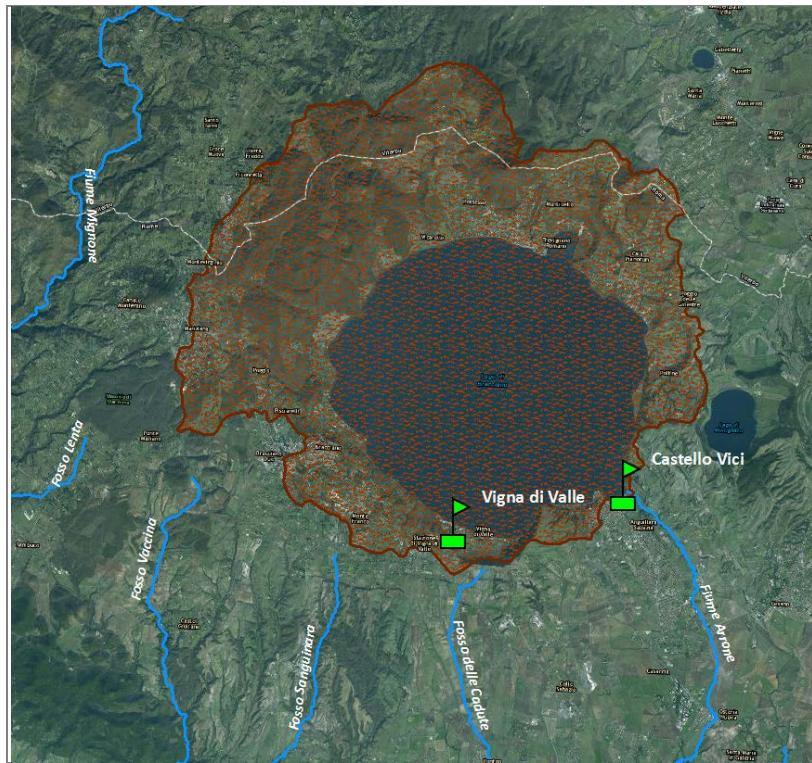
**Figura 5 – Anagrafica del pluviometro “Castello Vici” del CF della Regione Lazio, che risulta dismesso dal 2014.**

Da colloqui intercorsi con un tecnico dello stesso CF della Regione Lazio, l’ultimo dei quali in data 29 settembre 2017, si è appreso che tale idrometro non funziona dal 2014 per mancanza di fondi per la manutenzione e il CF ha sopperito a tale mancanza pubblicando sul proprio sito <http://www.idrografico.roma.it/default.aspx> i dati in tempo reale provenienti dall’idrometro di proprietà dell’ACEA, sito in località Castello Vici.

Infatti, come riportato nel verbale della Riunione straordinaria del 4 agosto 2017 dell’Osservatorio Permanente sugli Utilizzi della risorsa Idrica del Distretto dell’Appennino Centrale, il rappresentante della regione Lazio informa che *“La Regione ha prodotto un accordo con l’ACEA ATO 2 in vista di elaborazioni regionali pubbliche. Controlla il lago di Bracciano accedendo ai dati dell’idrometro di Castello Vici”*.

Nell’ambito della stessa riunione, il rappresentante della Regione Lazio ha informato l’assemblea che *“è stato stabilizzato il nuovo idrometro regionale del lago di Bracciano per il quale deve essere solo definito il riferimento, da attualizzare alle diverse esigenze, per stabilire le soglie stagionali di regolazione”*.

Si è inoltre appreso che la nuova stazione idrometrica, che va a sostituire l’idrometro dismesso del CF, è posizionata sulla sponda meridionale del lago presso il pontile di attracco dei natanti dell’Aeroporto di Vigna di Valle e il suo zero idrometrico è a quota 161,524 m s.l.m. I dati di tale stazione non sono al momento consultabili sul sito del CF della Regione Lazio ([Figura 6](#)).



**Figura 6 – Localizzazione degli idrometri di Castello Vici dell'ACEA e di Vigna di Valle del CF Lazio e delimitazione del bacino idrografico del Lago di Bracciano.**

La differenza di quota degli zeri idrometrici non costituisce di per sé un problema, dal momento che lo zero idrometrico ha come funzioni precieue il:

- riportare a una quota assoluta le misure di livello idrometrico, che sono “relative” allo zero idrometrico stesso;
- consentire la confrontabilità di misure rilevate dai diversi idrometri.

### 4.3 Situazione meteo-idrologica

La siccità è una condizione temporanea e relativa di scarsità idrica definita come lo scostamento rispetto a condizioni climatiche medie in un determinato luogo di interesse. Tale fenomeno non è, pertanto, da confondere con quello di aridità che indica, invece, una condizione di permanente carenza di risorse idriche.

Non esiste un'unica definizione di siccità: occorre, infatti, specificare a quale ambito di fenomeni, siano essi naturali, sociali, o economici, si fa riferimento. Si parla, quindi, di siccità meteorologica in caso di relativa scarsità di precipitazioni; di siccità idrologica in presenza di un apporto idrico relativamente scarso nel suolo, nei corsi d'acqua, o nelle falde acquifere; di siccità agricola in caso di carenza di acqua rispetto all'usuale fabbisogno per l'irrigazione; e di siccità socio-economica se riferita al complesso dei consumi sul territorio. L'impatto sull'ambiente è poi legato al perdurare delle condizioni siccitose. Quando, infatti, la carenza di pioggia si prolunga per molti mesi (a partire dai 6-12 mesi) avrà effetti alla scala di bacino idrologico e quindi sia sulla portata dei fiumi che sui livelli di falda.

L'indice SPI è comunemente utilizzato per monitorare la siccità in funzione della scala temporale considerata per l'aggregazione delle precipitazioni; il valore di SPI indica quanto la precipitazione cumulata si discosta dalla norma climatologica di riferimento. Valori positivi indicano una precipitazione maggiore

della media, ossia condizioni umide; valori negativi indicano una precipitazione minore della media, ossia condizioni siccitose più o meno estreme. Per come è costruito l'indice SPI è possibile confrontare su una stessa mappa regioni caratterizzate da diversi regimi climatici.

L'indice SPI è usato a livello regionale (v. bollettini idrologici o di siccità in ambito SNPA) e/o di distretto idrografico (in ambito degli Osservatori dei Distretti Idrografici per l'utilizzo della risorsa idrica) per il monitoraggio e l'individuazione di periodi siccitosi, utilizzando per il suo calcolo le precipitazioni registrate dalle reti pluviometriche regionali; anche ISPRA adotta l'indice SPI nel suo Bollettino di Siccità per il monitoraggio a scala nazionale, avvalendosi di rianalisi di precipitazione a 2.5° fornite dall'NCEP. Inoltre, questo indice è stato inserito sia in ambito europeo (*Water Scarcity & Drought Expert Group* della *Common Implementation Strategy* per la Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE) sia internazionale (*World Meteorological Organization*) come uno degli strumenti più efficaci per il monitoraggio della siccità. Lo SPI, infatti, fa parte del set di indicatori adottati dallo *European Drought Observatory* del *Joint Research Center* della Commissione Europea.

Utilizzando la serie storica delle precipitazioni mensili registrate nel periodo compreso tra gennaio 1921 e agosto 2017 dal pluviometro di Bracciano, che afferisce alla rete meteo-idrologica gestita dal CF della Regione Lazio, e il software di analisi delle serie meteo-idrologiche sviluppato da ISPRA “ANABASI” ([Braca et al., 2013](#)) è possibile calcolare l'andamento dell'indice SPI per diverse scale di aggregazione temporale, da 1 a 24 mesi.

L'analisi evidenzia una ciclicità di condizioni siccitose e in particolare estreme ( $SPI < -2$ ) già a metà e alla fine degli anni '40, poi ancora a metà degli anni '50, alla fine del 1995, nel 2003, tra gli anni 2007-2008 e nel 2012. A titolo di esempio, si riporta in **Figura 7** l'andamento dello SPI a 12 mesi, che è particolarmente rilevante per studiare gli effetti prolunganti di condizioni di siccità sulla portata dei fiumi e sulla disponibilità di acqua nelle falde. Come si può vedere, la cumulata della precipitazione su 12 mesi, calcolata su finestra mobile, è inferiore a quella degli ultimi anni, e ne consegue un indice negativo di SPI.

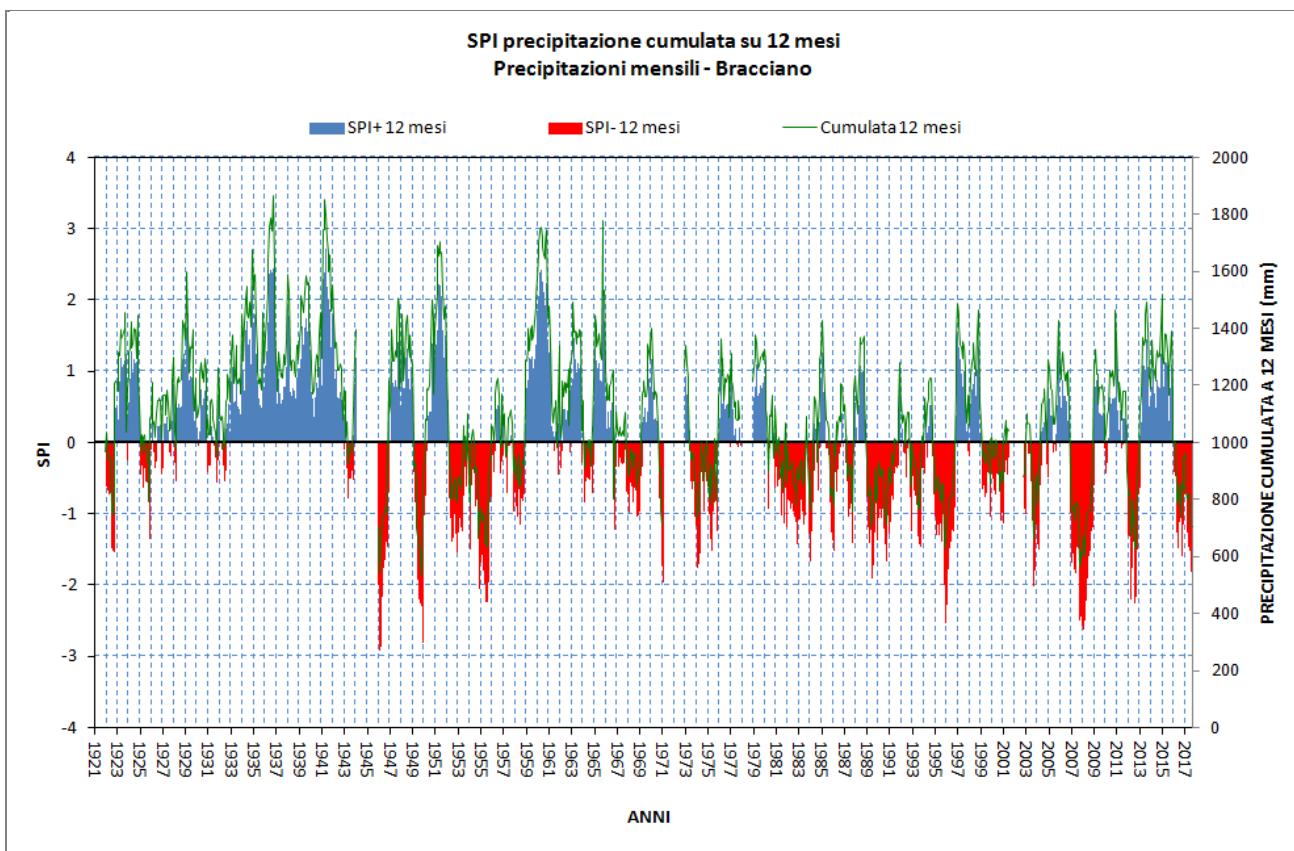


Figura 7 – Andamento dell'indice SPI a 12 mesi per la stazione pluviometrica di Bracciano e della precipitazione cumulata a 12 mesi (riportata come linea continua verde) per il periodo gennaio 1921–agosto 2017. I valori positivi di SPI (SPI+, riportati in blu) indicano condizioni di umidità rispetto alla climatologia, mentre i valori negativi di SPI (SPI-) indicano condizioni di siccità rispetto alla climatologia. Fonte dati: Centro Funzionale della Regione Lazio - Elaborazione: ISPRA con software ANABASI.

Nel dettaglio mostrato in [Tabella 1](#), riferito al periodo settembre 2016–agosto 2017, si evince che già a dicembre 2016 il valore di SPI a 1 mese è di -2.1 corrispondente a una condizione di siccità estrema. Su scale di aggregazioni maggiori, si osservano a 6 mesi condizioni di siccità estrema nei mesi da aprile ad agosto 2017 e per tutte le durate superiori o uguali a 2 mesi le condizioni di siccità sono tra il severo e l'estremo da giugno ad agosto 2017.

Tabella 1 – Andamento dei valori di SPI su varie scale temporali per il periodo settembre 2016–agosto 2017. Fonte dati: Centro Funzionale della Regione Lazio - Elaborazione: ISPRA con software ANABASI.

Mese di riferimento	SPI a 1 mese	SPI a 2 mesi	SPI a 3 mesi	SPI a 6 mesi	SPI a 9 mesi	SPI a 12 mesi	SPI a 24 mesi
settembre 2016	1.5	1.1	0.9	0.2	0.1	-1.0	-0.2
ottobre 2016	0.3	1.1	0.8	0.7	0.3	-1.2	0.0
novembre 2016	-0.1	-0.1	0.7	0.5	-0.2	-0.7	-0.3
dicembre 2016	-2.1	-1.1	-0.9	-0.4	-0.7	-0.6	-0.8
gennaio 2017	-0.5	-1.8	-1.3	-0.5	-0.6	-0.7	-0.8
febbraio 2017	-0.8	-1.0	-2.0	-0.6	-0.8	-1.3	-1.2
marzo 2017	-0.8	-1.4	-1.6	-1.7	-1.2	-1.5	-1.8
aprile 2017	-1.0	-1.5	-1.7	-2.1	-1.3	-1.3	-1.9
maggio 2017	-1.5	-1.8	-2.1	-2.9	-1.4	-1.5	-2.0
giugno 2017	-1.5	-2.6	-2.5	-2.6	-2.3	-1.8	-2.0
luglio 2017	-0.8	-1.9	-2.9	-2.7	-2.7	-1.8	-2.0
agosto 2017	-1.1	-1.8	-2.6	-3.1	-3.6	-1.8	-2.4

#### Legenda

Valori SPI	Classe
SPI > 2	umidità estrema
1.5 < SPI ≤ 2.0	umidità severa
1.0 < SPI ≤ 1.5	umidità moderata
-1.0 ≤ SPI ≤ 1.0	nella norma
-1.5 ≤ SPI < -1.0	siccità moderata
-2.0 ≤ SPI < -1.5	siccità severa
SPI < -2.0	siccità estrema

Nei grafici seguenti sono presi in considerazione i dati provenienti dai due pluviometri di Bracciano e Castello Vici, entrambi del CF Regione Lazio, la cui localizzazione rispetto al lago è riportata in [Figura 8](#). Il grafico di [Figura 9](#) evidenzia come il pluviometro di Bracciano sito a quota 284 m s.l.m. misuri sistematicamente piogge cumulate superiori rispetto a quelle del pluviometro di Castello Vici sito a quota 167 m s.l.m. In [Figura 10](#) si riporta la distribuzione delle precipitazioni cumulate mensili da settembre 2016 ad agosto 2017 confrontata con l'analoga distribuzione media calcolata sui 20 anni precedenti. I grafici mostrano che entrambi i pluviometri hanno misurato una sostanziale riduzione delle piogge rispetto ai valori medi a partire dal dicembre 2016 e perdurante nei mesi successivi.



Figura 8 – Localizzazione dei pluviometri di Bracciano e Castello Vici.

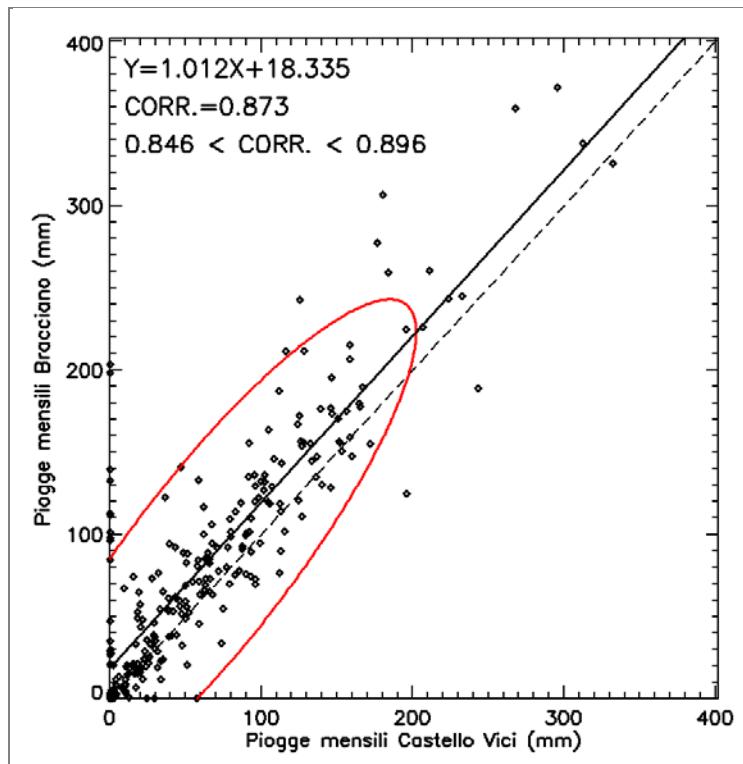


Figura 9 – Scatter-plot delle piogge mensili registrate dai due pluviometri di Bracciano e Castello Vici nel periodo gennaio 1996 agosto 2017, con relativa ellisse di confidenza al 90%. Nel grafico è anche riportata la linea di regressione (linea continua) e il valore di correlazione di Pearson con il relativo intervallo di confidenza. Fonte dati: Centro Funzionale della Regione Lazio. Elaborazioni: ISPRA.

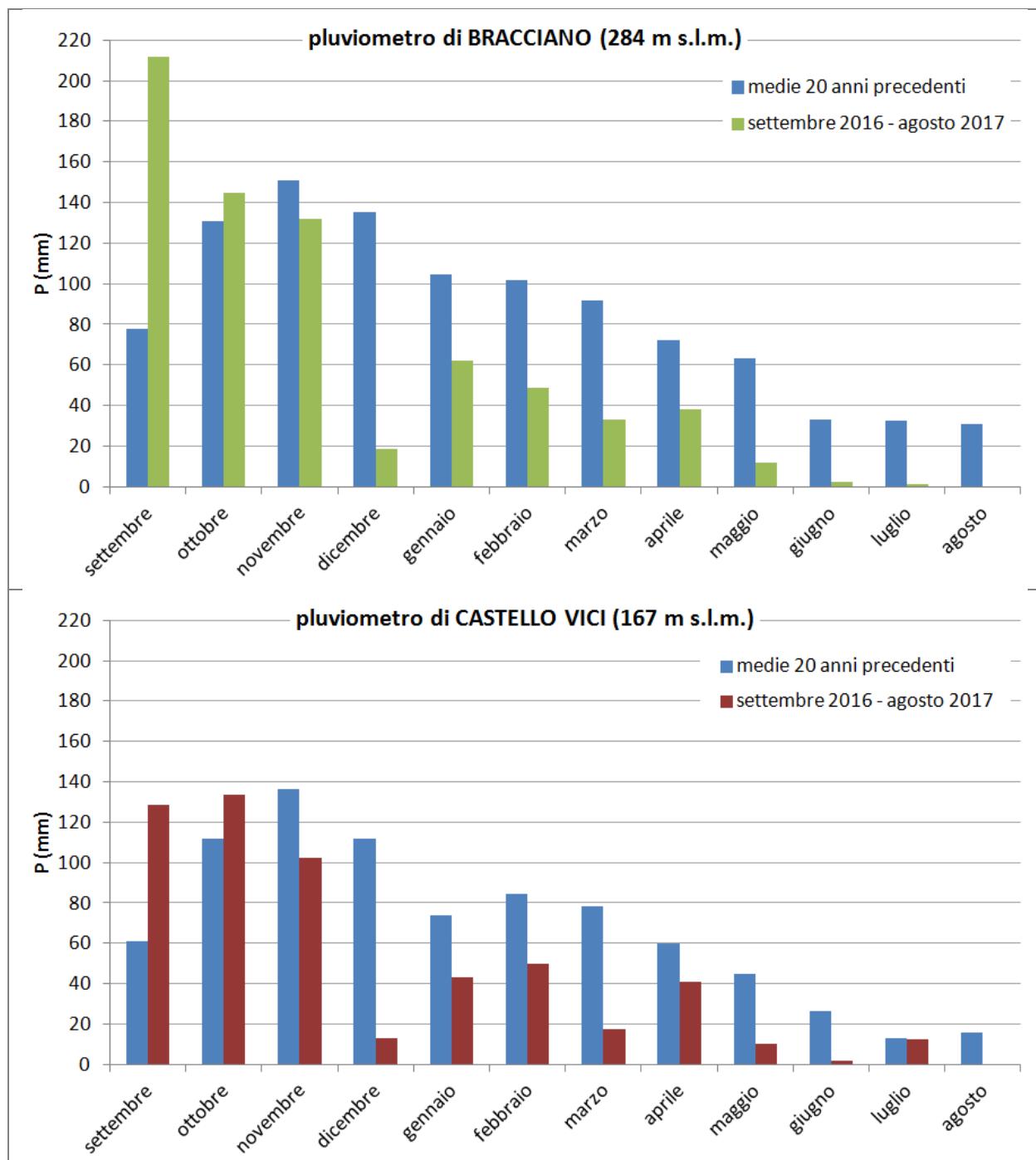


Figura 10 – Distribuzione delle precipitazioni mensili registrate dai pluviometri di Bracciano e Castello Vici. Fonte dati: Centro Funzionale della Regione Lazio. Elaborazioni: ISPRA.

Per quanto riguarda l'andamento delle temperature medie mensili rispetto alla media calcolata sui 20 anni precedenti la situazione appare differente nei due siti. In [Figura 11](#) si vede come le temperature medie mensili registrate dal termometro di Bracciano da settembre 2016 ad agosto 2017 siano sempre superiori alla media ventennale di riferimento (a eccezione di gennaio 2017), mentre quelle registrate dal termometro di Castello di Vici sono superiori alla media ventennale di riferimento solo nei mesi di febbraio, marzo, giugno e agosto 2017.

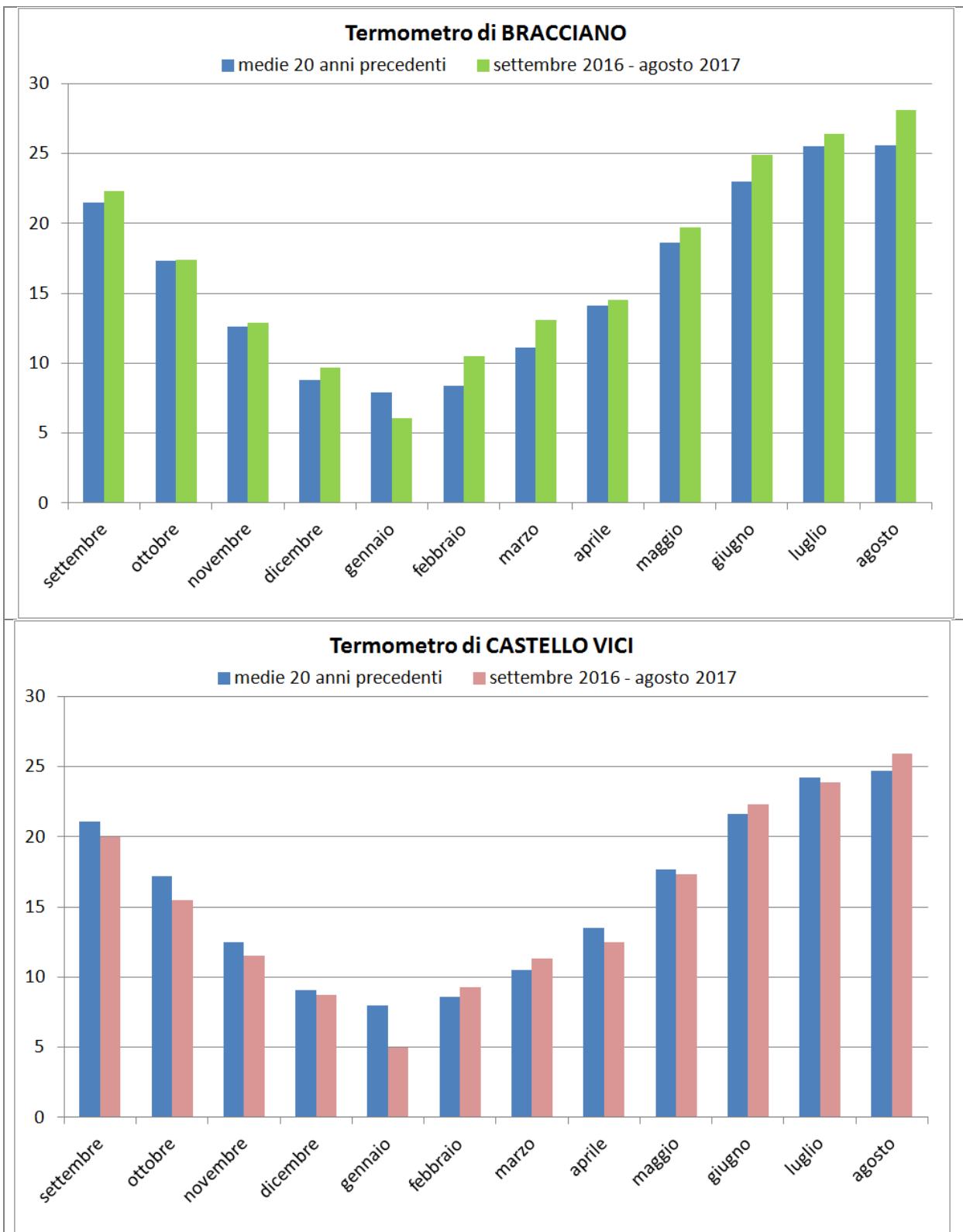


Figura 11 – Andamento delle temperature medie mensili misurate dai termometri di Bracciano e Castello Vici. Fonte dati: Centro Funzionale della Regione Lazio. Elaborazioni: ISPRA.

#### 4.4 Bilancio idrologico preliminare

Viene valutato il bilancio idrologico preliminare del lago di Bracciano a scala mensile dal gennaio 2007 all'agosto 2017 (128 mesi) sulla base dei dati disponibili di precipitazione e temperatura e dei dati dedotti dei livelli del lago e dei prelievi di ACEA.

I dati dei prelievi e dei livelli idrici a scala mensile, infatti, sono stati ottenuti mediante la digitalizzazione di immagini fornite da ACEA in sede di riunione straordinaria dell'Osservatorio del 04 agosto 2017 e 21 settembre 2017.

I dati ricavati dalle immagini, ancorché soggetti a lievi errori legati al processo di digitalizzazione, hanno consentito di cogliere in maniera significativa gli aspetti principali del problema. In ogni caso gli errori di digitalizzazione sarebbero inferiori agli errori di stima degli elementi del bilancio ([Winter, 1981](#)).

Si tratta quindi di un bilancio preliminare che sarà aggiornato non appena saranno forniti i dati numerici dei livelli e dei prelievi.

I valori delle caratteristiche del lago sono state desunte dalla letteratura tecnico-scientifica al riguardo e sintetizzate nella [Tabella 2](#).

**Tabella 2 - Caratteristiche morfometriche, idrologiche e idrogeologiche del lago di Bracciano desunte dalla principale letteratura tecnico-scientifica.**

	A <a href="#">Musmeci e Correnti, 2002</a>	B <a href="#">Dragoni et al., 2006</a>	C <a href="#">Medici, 2007</a>	D <a href="#">Taviani e Henriksen, 2015</a>	E <a href="#">CNR-ISE LIMNO</a>
<b>Caratteristiche morfometriche</b>					
Estensione specchio liquido	57 km <sup>2</sup>	57 km <sup>2</sup>	57 km <sup>2</sup>	57 km <sup>2</sup>	57.47 km <sup>2</sup>
Perimetro dello specchio liquido					
Estensione bacino idrografico (superficiale)	110 km <sup>2</sup> (1)	91 km <sup>2</sup> (2)			
Estensione bacino idrogeologico (sotterraneo)		110 km <sup>2</sup> (2)		150 km <sup>2</sup> (1)	
Quota del lago				162 m s.l.m.	
Profondità massima		160 m		165 m	
Volume del lago				4.85 km <sup>3</sup>	
Quota zero idrometrico					
<b>Grandezze bilancio</b>					
Periodo di riferimento			2005	1975-2011	
Precipitazione annua	967 mm		1237 mm	880 mm	
Temperatura media annua				23.7 °C	
Evaporazione annua dallo specchio liquido	1193 mm		1131 mm	985 mm	
Evapotraspirazione annua	300 mm		687 mm	424 mm	
Ruscellamento annuo			272 mm	109 mm	
Ricarica annua della falda		25 hm <sup>3</sup>		343 mm	
Alimentazione sotterranea annua		15 hm <sup>3</sup>	18.761 hm <sup>3</sup> (3)		
<b>Dati sui prelievi</b>					
Prelievi di ACEA dal lago		25 hm <sup>3</sup> (3)		0.5 m <sup>3</sup> /s o 166 mm (3)	
Prelievo acquedotto Traiano				0.2 m <sup>3</sup> /s o 68 mm (5)	
Acque intercettate dal collettore circumlacuale		4 hm <sup>3</sup> (4)		0.03 m <sup>3</sup> /s (4)	
Emungimenti da pozzi	0.5 m <sup>3</sup> /s (5)	10 hm <sup>3</sup> (5)		49 mm (6)	

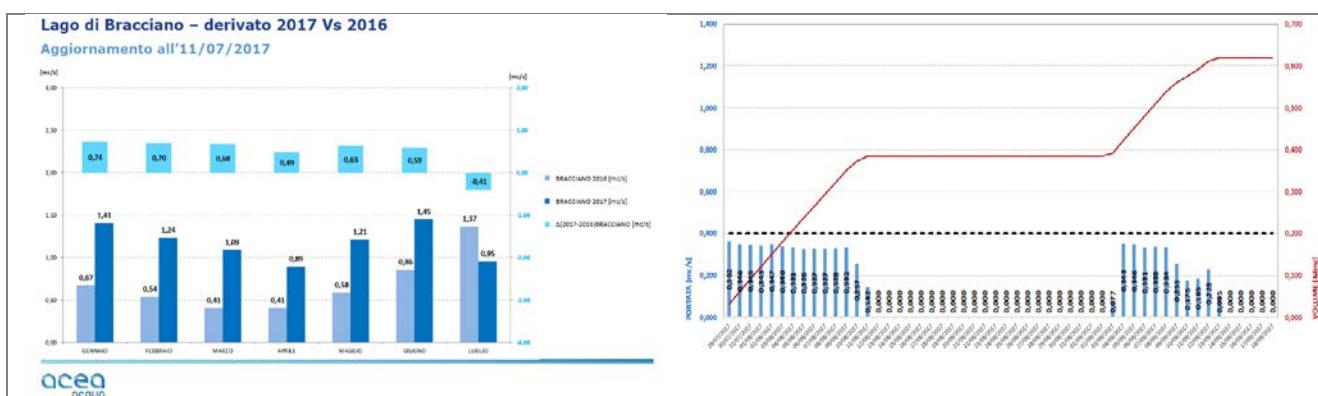
- (1) Inclusa la superficie del lago
- (2) Esclusa la superficie del lago
- (3) Riferito alla superficie del lago
- (4) Riferito alla superficie del bacino idrografico superficiale (escluso il lago)
- (5) Riferito alla superficie del bacino idrogeologico sotterraneo (escluso il lago)
- (6) Riferito alla superficie dello studio (ivi denominata *Whole Study Area* - WSA pari a 380 km<sup>2</sup>)

I livelli del lago di Bracciano sono stati ricavati dalla digitalizzazione dell'immagine seguente fornita da ACEA in sede di Osservatorio ([Figura 12](#)). Alla data del 26 luglio 2017 il livello raggiunto dal lago era di -0,360 m diminuito ulteriormente a settembre fino a -0,505 m; tali livelli riportati allo zero idrometrico di 161,74 m s.l.m corrispondono rispettivamente alle altezze di 161,38 m s.l.m. e 161,24 m s.l.m., ossia 0,66 m al di sotto del livello idrometrico minimo concesso per le captazioni, fissato a 161,90 m s.l.m.



**Figura 12 – Andamento dei livelli idrometrici mensili relativi all'idrometro ACEA ATO 2 di Castello Vici da gennaio 2000 a settembre 2017.**

I valori dei prelievi del periodo da gennaio 2017 ad agosto 2017 sono stati dedotti dalle immagini di [Figura 13](#) fornite da ACEA in sede di Osservatorio.



**Figura 13 – Volumi dei prelievi di ACEA nel periodo gennaio 2017–agosto 2017.**

I prelievi mensili di ACEA nel periodo gennaio 2007–dicembre 2016 sono stati ricavati dalla digitalizzazione delle serie delle immagini ([Figura 14](#)) fornite dalla relazione [Boni et al. \(2017\)](#).

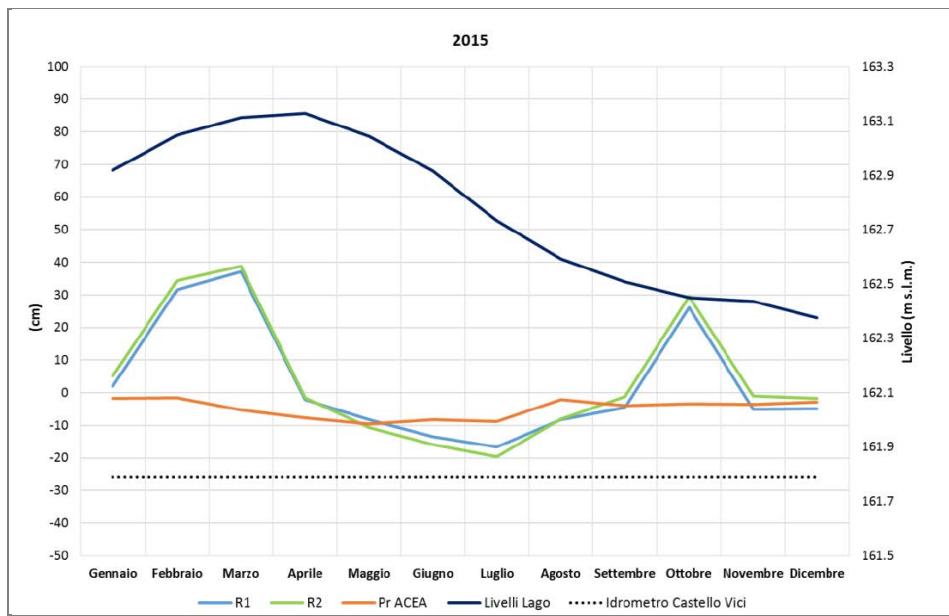


Figura 14 – Esempio di grafico dei prelievi mensili da [Boni et al. \(2017\)](#).

I valori dei prelievi annui di ACEA dal 2007 al 2016, utilizzati anche per verificare la bontà della digitalizzazione dei valori alla scala mensile, sono stati dedotti dalla [Tabella 3](#) fornita nella relazione [Boni et al. \(2017\)](#).

Tabella 3 – Tabella dei dati dei prelievi annui di ACEA nella relazione [Boni et al. \(2017\)](#).

Anno	P (Mm³/anno)	EV <sub>1</sub> (Mm³/anno)	ETR (Mm³/anno)	R <sub>1</sub> (Mm³/anno)	Pr (Mm³/anno)	Δ <sub>1</sub> (Mm³/anno)
2007	85.48	66.71	28.65	-9.87	13.83	-23.70
2008	169.99	64.62	37.13	68.24	5.19	63.05
2009	137.28	64.39	36.45	36.44	0.74	35.71
2010	183.08	59.88	35.51	87.69	1.08	86.61
2011	124.50	64.96	42.03	17.51	12.03	5.48
2012	126.10	64.07	35.12	26.91	18.72	8.19
2013	144.89	60.54	43.94	40.41	7.26	33.14
2014	169.96	61.49	38.38	70.09	19.78	50.31
2015	125.68	69.04	37.55	19.09	33.60	-14.51
2016	117.90	67.78	39.56	10.56	28.89	-18.33

Il bilancio è applicato al solo volume di controllo del lago di Bracciano. Con riferimento alla [Figura 15](#), il lago viene schematizzato con le seguenti ipotesi:

1. serbatoio cilindrico, per cui le variazioni di volume possono essere espresse come  $A_{\text{lago}} \times \Delta H_{\text{lago}}$ , poiché si analizzano variazioni di livello contenute;
2. assenza di prelievi diretti dal lago e dalle acque sotterranee nel bacino idrogeologico;
3. assenza di modifiche al sistema naturale di drenaggio del bacino superficiale;
4. assenza di emissario o di qualunque altro sfioro.

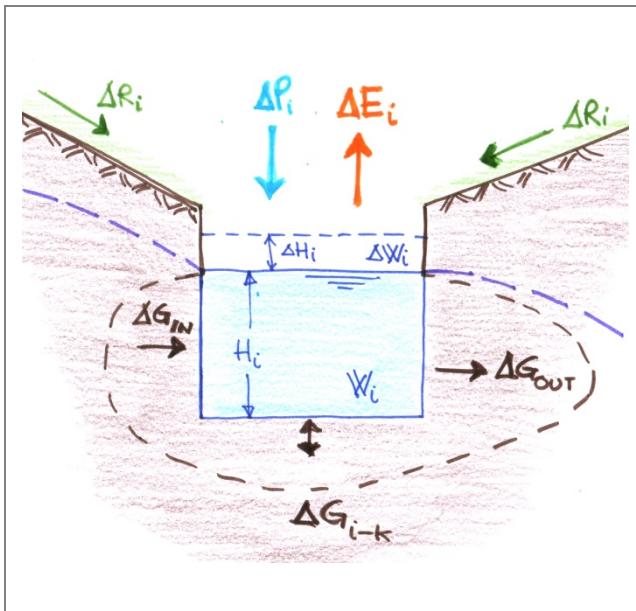


Figura 15 – Modello concettuale del bilancio idrico del mese  $i$ -esimo del Lago di Bracciano.

È evidente che, sotto queste ipotesi, l'acqua dal lago può uscire solo mediante l'evaporazione diretta dallo specchio liquido e che quindi il livello del lago sarebbe destinato a crescere indefinitamente se l'alimentazione fosse superiore all'evaporazione ovvero, al contrario, sarebbe destinato al prosciugamento.

Ciò che si valuta nell'intervallo di tempo considerato è, quindi, quel volume idrico che si accumulerebbe nelle ipotesi suddette e che potrebbe essere prelevato senza produrre riduzioni di livello, rispetto ad una soglia prefissata, tali da pregiudicare l'ecosistema lacustre. Definiamo tale volume "riserva idrica potenziale".

Sotto queste ipotesi, quindi, la variazione del volume  $\Delta W_i$  nell'intervallo di tempo considerato (mese) è data dal volume di precipitazione che cade direttamente sullo specchio liquido del lago pari a  $\Delta P_i \times A_1$  a cui viene sommato il volume che, sempre nello stesso intervallo di tempo, si immette nel lago per effetto del ruscellamento superficiale  $\Delta R_i \times A_2$  e il volume netto del contributo delle acque sotterranee  $\Delta G_{i-k} \times A_3$  dovuto alle piogge del mese  $i-k$  a cui si sottrae, infine, il volume di evaporazione dallo specchio liquido  $\Delta E_i \times A_1$ :

$$\Delta W_i = \frac{1}{1000} \times (\Delta P_i \times A_1 + \Delta R_i \times A_2 + \Delta G_{i-k} \times A_3 - \Delta E_i \times A_1) \quad (1)$$

Dove:

$\Delta W_i$  è la variazione di volume nel mese  $i$ -esimo espressa in  $hm^3$ ;

$\Delta P_i$  è la precipitazione cumulata del mese  $i$ -esimo espressa in mm;

$\Delta R_i$  è il ruscellamento superficiale del mese  $i$ -esimo espressa in mm;

$\Delta G_{i-k}$  è il contributo netto delle acque sotterranee dovuto alle piogge del mese  $i-k$  espressa in mm dove  $k$  è il numero di mesi di ritardo con cui la falda risponde alle precipitazioni. Tale valore si è ipotizzato essere 6

mesi; si è posto tale contributo netto pari al 60% della ricarica totale o dell’infiltrazione ([Dragoni et al. 2006](#));

$A_1$  è l’area della superficie del lago in  $\text{km}^2$  e pari a  $57 \text{ km}^2$  ([Dragoni et al. 2006](#));

$A_2$  è l’area del bacino idrografico superficiale a meno della superficie del lago in  $\text{km}^2$ ; nel caso in esame pari a  $91 \text{ km}^2$  ([Dragoni et al. 2006](#));

$A_3$  è l’area del bacino idrogeologico sotterraneo a meno della superficie del lago in  $\text{km}^2$ ; nel caso in esame pari a  $110 \text{ km}^2$  ([Dragoni et al. 2006](#)).

Nell’ipotesi di piccole variazioni di livello idrico del lago, dividendo l’equazione (1) per l’area della superficie del lago si ottiene il bilancio in termini di altezze:

$$\Delta H_i = \frac{\Delta W_i}{A_1} = \frac{1}{1000} \times \left( \Delta P_i + \Delta R_i \times \frac{A_2}{A_1} + \Delta G_{i-k} \times \frac{A_3}{A_1} - \Delta E_i \right) \quad (2)$$

dove  $\Delta H_i$  è la variazione di livello nel lago nel mese  $i$ -esimo espressa in m.

Evidentemente il volume accumulato nel lago e il suo livello, rispetto a un riferimento prefissato, nel mese  $i$ -esimo sono dati da:

$$W_i = W_{i-1} + \Delta W_i \quad (3)$$

$$H_i = H_{i-1} + \Delta H_i \quad (4)$$

Diagrammando quindi il livello  $H(t)$  a partire da una data prefissata, si ottiene l’andamento della “riserva idrica potenziale”.

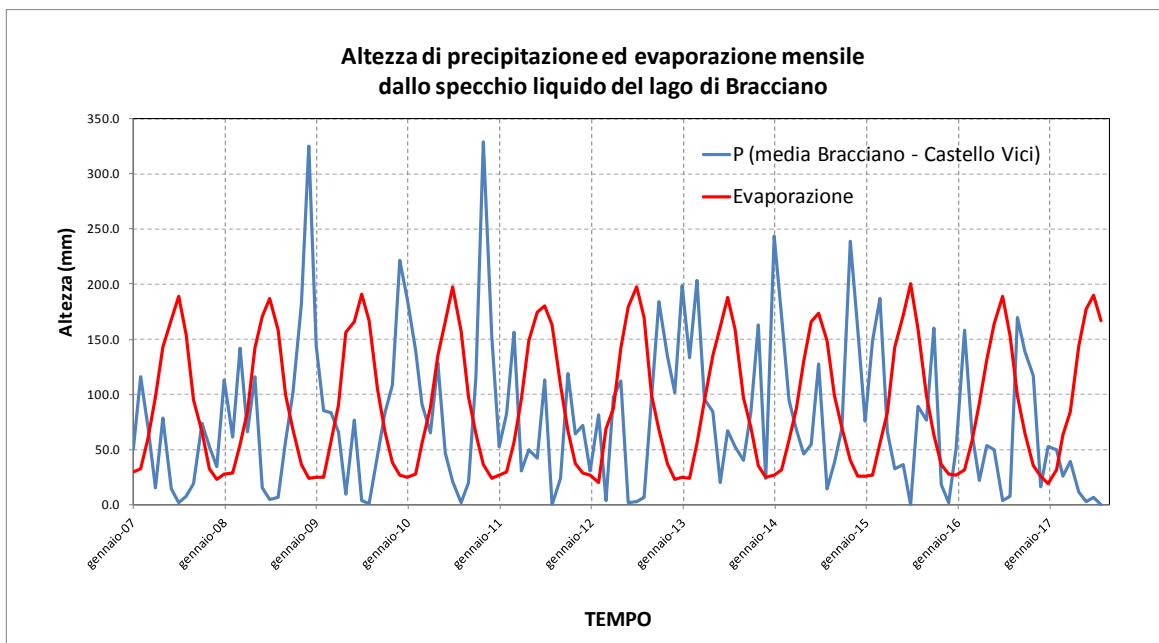
Nell’elaborazione del bilancio e nella stima della riserva idrica potenziale è stata utilizzata la media dei valori mensili delle precipitazioni delle stazioni di Bracciano e di Castello Vici ([Figura 10](#)) afferenti alla rete dei Centri Funzionali.

Analogamente è stata utilizzata la media dei valori delle temperature medie mensili delle medesime stazioni di Bracciano e di Castello Vici ([Figura 11](#)).

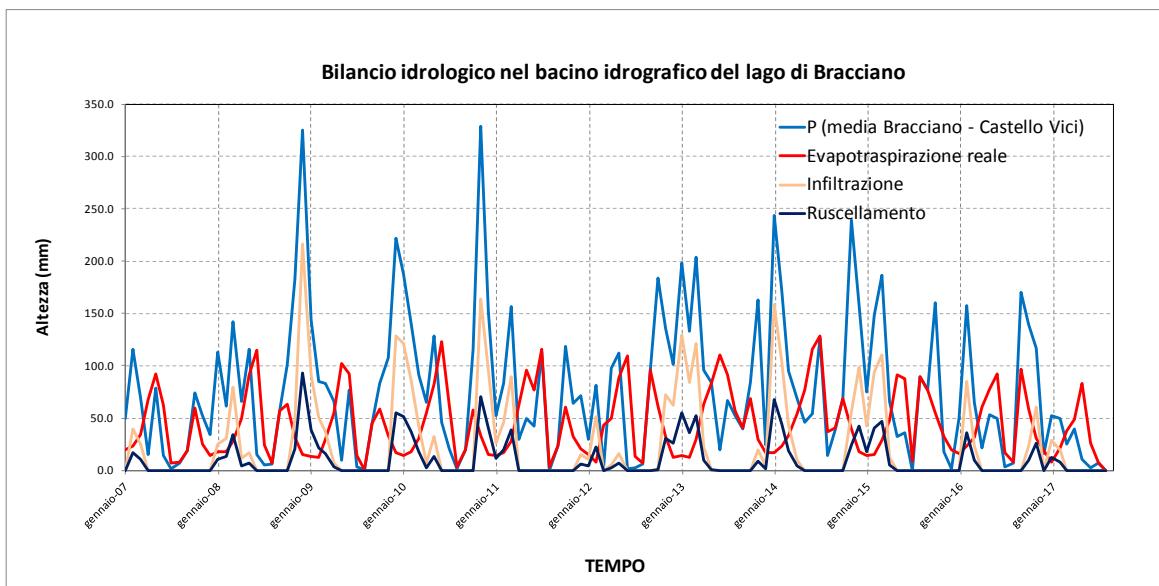
Il calcolo dell’evaporazione da specchi liquidi è stato effettuato con la formula di Dragoni ([Dragoni e Valigi, 1994](#)) con i parametri Roma utilizzati anche nella relazione preliminare di [Boni et al. \(2017\)](#).

$$E_i = b \times I_m^{a1} \times \bar{T}_i^{a2} \quad (5)$$

Nelle [Figura 16](#) e [Figura 17](#) e nella [Tabella 4](#) sono riportati gli elementi del bilancio nel periodo considerato.



**Figura 16 – Precipitazione ed evaporazione mensile dalla superficie del lago di Bracciano nel periodo gennaio 2007–agosto 2017.**



**Figura 17 – Elementi del bilancio idrologico mensile nel bacino idrografico del lago di Bracciano periodo gennaio 2007–agosto 2017.**

**Tabella 4 – Valori medi annui nel periodo gennaio 2007–agosto 2017 delle grandezze del bilancio idrologico.**

Grandezze del bilancio	Valore (mm)
Precipitazione	939
Evapotraspirazione potenziale	862
Evapotraspirazione reale	528
Evaporazione	1101
Infiltrazione	291
Ruscellamento	125

Il calcolo dell’evapotraspirazione reale per la valutazione dei termini del deflusso superficiale e dell’infiltrazione profonda sono stati effettuati mediante lo schema di [Thorntwaite & Mather \(1955\)](#) i cui dettagli sono riportati in [Braca e Ducci \(2017\)](#).

Nella [Figura 18](#) è riportato l’andamento del livello del lago da gennaio 2007 ad agosto 2017 che, nell’ipotesi in cui non vi siano prelievi dal lago, né dal bacino idrogeologico né alterazioni dei deflussi nel bacino superficiale, né deflussi nell’emissario Arrone (quota di sfioro 163,04 m s.l.m.) rappresenta la “riserva idrica potenziale” e cioè il volume che sarebbe utilizzabile, nell’intervallo di tempo considerato, senza che il livello del lago possa scendere al di sotto dello zero idrometrico. Il livello iniziale è quello registrato da ACEA nel gennaio 2007 e pari a circa +60 cm rispetto allo zero idrometrico dell’idrometro di proprietà dell’ACEA sito in località Castello Vici. La scelta dello zero idrometrico come riferimento per la “riserva idrica potenziale” in questa fase preliminare è solo a titolo esemplificativo. È evidente che, ove ci si riferisse a un diverso “livello zero” del lago al di sotto del quale l’ecosistema lacuale iniziasse ad andare in sofferenza (quale potrebbe essere quello corrispondente alla quota di 161,90 m s.l.m., ossia 16 cm più alto dello zero idrometrico di ACEA che è 161,74 m s.l.m.), alla riserva idrica potenziale rispetto alla zero idrometrico andrebbe sottratto questo diverso livello di riferimento.



Figura 18 – Andamento della riserva idrica potenziale nel periodo gennaio 2007–agosto 2017.

In [Figura 19](#) sono messi a confronto l’andamento della “riserva idrica potenziale”, l’andamento di quest’ultima a cui sono sottratti i prelievi ACEA, i livelli effettivamente registrati e i prelievi ACEA.

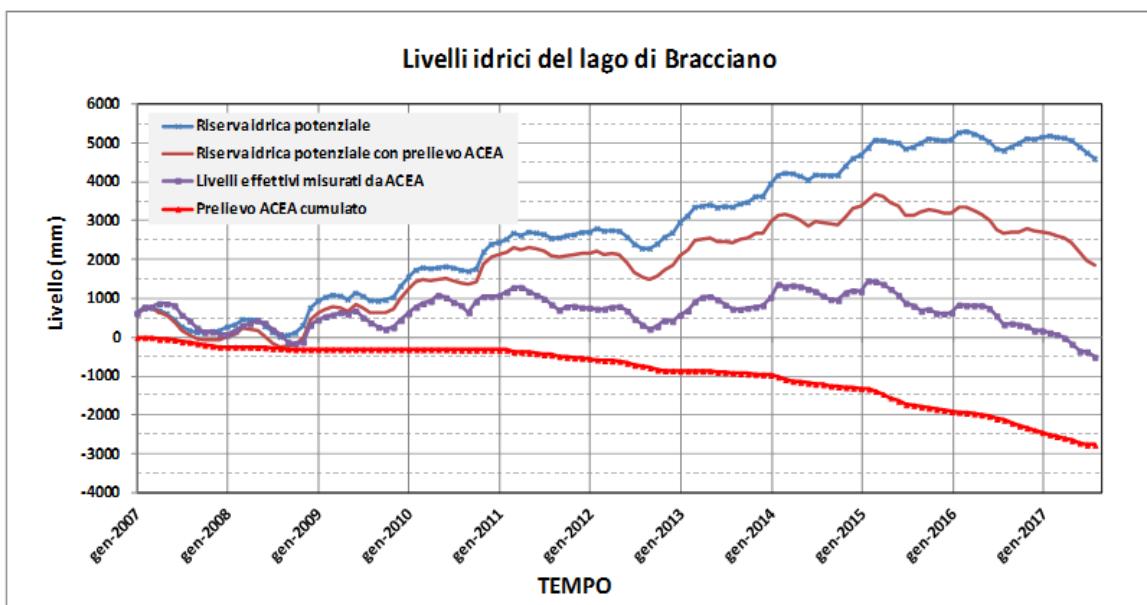
Sulla base delle elaborazioni effettuate, ad agosto 2017 il valore della riserva idrica, rispetto allo zero idrometrico, risulterebbe essere di 4600 mm corrispondenti a  $262 \text{ hm}^3$ . Ciò significa che nei 128 mesi dell’intervallo di riferimento, il valore medio di tutti i prelievi diretti dal lago in aggiunta al mancato contributo del bacino superficiale (intercettazione da parte del collettore) e sotterraneo (per effetto dei

prelievi da pozzo e captazioni dalle sorgenti) non poteva essere superiore a 36 mm/mese, corrispondenti a circa 430 mm/anno e cioè circa  $25 \text{ hm}^3/\text{anno}$  equivalenti a una portata media annua di 800 l/s.

Dei  $262 \text{ hm}^3$  di riserva disponibile, ACEA ne avrebbe prelevati circa  $157 \text{ hm}^3$  corrispondenti a circa a 2760 mm (60% della riserva idrica potenziale rispetto al livello dello zero idrometrico).

Se poi consideriamo il dato riportato in [Dragoni et al. \(2006\)](#) di  $4.0 \text{ hm}^3$  di volume annuo intercettato dal collettore circumlacuale di raccolta delle acque reflue, corrispondenti nel periodo considerato (128 mesi) a  $42 \text{ hm}^3$  ossia a 750 mm, rimarrebbero come “riserva idrica potenziale” rispetto allo zero idrometrico 1090 mm pari a circa  $62 \text{ hm}^3$  ( $6 \text{ hm}^3/\text{anno}$ ), e cioè circa il 24% della disponibilità.

Dal fatto che ad agosto 2017 il livello del lago medio mensile registrato sia stato di  $-0.50 \text{ m}$ , si potrebbe dedurre quindi che mancherebbero effettivamente all'appello negli ultimi 128 mesi circa  $4600 \text{ mm} + 500 \text{ mm} = 5100 \text{ mm}$  di acqua del lago pari a  $290 \text{ hm}^3$ , corrispondenti a  $27 \text{ hm}^3/\text{anno}$  e di questi il 54% sarebbero stati prelevati da ACEA.



**Figura 19 – Andamento dei livelli idrici nel lago di Bracciano sotto varie ipotesi nel periodo gennaio 2007–agosto 2017.**

Dalle elaborazioni effettuate emerge chiaramente una notevole influenza di tutti i prelievi sul livello del lago. È altrettanto chiaro che anche i prelievi degli anni precedenti hanno influenza sui livelli attuali. Nel grafico di [Figura 19](#) si può notare una serie di periodi siccitosi (2008, 2012, 2016), peraltro evidenziati anche dall'analisi condotta con lo SPI (vedi [par. 4.3](#)), in cui la curva della “riserva idrica potenziale” è mediamente non crescente. Questa circostanza è spiegata dal fatto che in tali periodi l'afflusso totale al lago (sia superficiale che sotterraneo) è trasformato quasi interamente in evaporazione dallo specchio liquido e pertanto, in assenza di prelievi, il lago sarebbe in equilibrio. Tuttavia è proprio in questi periodi che si riscontra un'intensificazione dei prelievi evidenziata dall'aumento della pendenza della curva dei prelievi di ACEA.

È necessario, comunque, approfondire l'analisi e disporre di stime attendibili soprattutto per quanto riguarda i prelievi diffusi da pozzi e la caratterizzazione del complesso fenomeno dell'alimentazione del lago da parte delle acque sotterranee.

## 5 LO STATO AMBIENTALE DEL LAGO E DEI CORPI IDRICI CONNESSI

Ai sensi della normativa vigente, (D.Lgs. 152/2006 in recepimento della Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE, *Water Framework Directive - WFD*), lo stato dei corpi idrici è valutato attraverso opportuni programmi di monitoraggio che conseguono a una caratterizzazione del sistema fisico e delle pressioni antropiche e alla valutazione del rischio di non raggiungimento del buono stato dei corpi idrici stessi. La normativa detta i criteri per valutare lo stato ambientale dei corpi idrici e le eventuali misure di riqualificazione necessarie al raggiungimento del *buono stato ecologico e chimico* dei corpi idrici superficiali e del *buono stato chimico e quantitativo* dei corpi idrici sotterranei, i quali sono gli obiettivi ambientali imposti dalla normativa medesima. Il grado di rischio influenza la frequenza e il set di parametri del monitoraggio (D.Lgs. 152/2006 Parte III All.1). Tutte le informazioni suddette costituiscono la base dei piani di gestione distrettuali e sono trasmesse dalle autorità competenti, attraverso ISPRA, alla Commissione Europea, in formato standardizzato, a cadenze predefinite coerentemente con il ciclo sessennale della pianificazione.

Dal *Reporting WFD 2016*, relativo al ciclo sessennale conclusosi nel 2015 e riportato a marzo 2016 risulta: per il corpo idrico lacustre di Bracciano, un solo punto di monitoraggio situato al centro del lago; per il fiume Arrone due punti di monitoraggio della qualità ecologica e chimica ma non delle portate e, per il corpo idrico sotterraneo ad essi connesso, un solo punto di monitoraggio dello stato chimico ma non di quello quantitativo. Le valutazioni dello stato dei corpi idrici contenute nei piani di gestione sono state pertanto eseguite sulla base di monitoraggi e/o giudizio esperto negli anni 2011-2014, che si ricorda sono stati particolarmente piovosi.

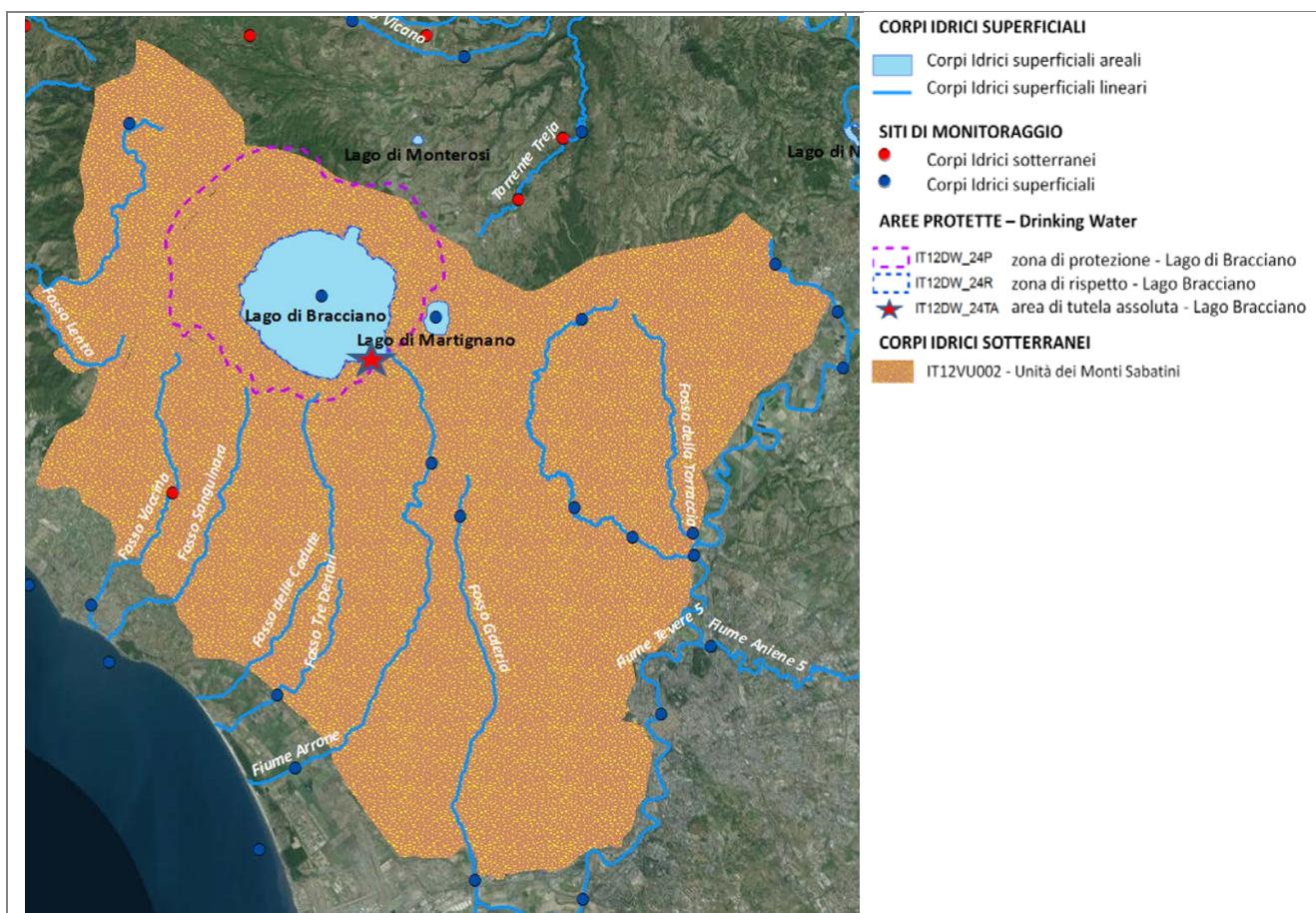


Figura 20 – Corpi idrici e *drinking water protected areas* associati al Lago di Bracciano.

Di seguito si riportano alcune informazioni di base, tratte dal *Reporting* dei Piani di Gestione redatti dalle Autorità di Distretto in ottemperanza agli obblighi della WFD, relative ai corpi idrici superficiali e sotterranei connessi al Lago di Bracciano e alle Aree Protette associate ai corpi idrici, con particolare riferimento alle “*Drinking water protected areas*” (*Figura 20*). Si tratta in quest’ultimo caso di aree protette designate per l’estrazione di acque destinate all’uso potabile identificate ai sensi dell’articolo 7 della WFD.

#### **Corpi idrici sotterranei (GWB):**

- IT12VU002 - Unità dei Monti Sabatini

#### **Corpi idrici superficiali (SWB):**

lacuali:

- IT12R12ARS\_BRACCIANO\_ME7 - Lago di Bracciano

fluviali:

- Fiume Arrone 1 IT12R12ARS\_FARRONE\_14GL1T
- Fiume Arrone 2 IT12R12ARS\_FARRONE\_14SS3T

#### **Aree protette per uso potabile (drinking water protected area) associate ai corpi idrici:**

- IT12DW\_24P zona di protezione - Lago di Bracciano
- IT12DW\_24R zona di rispetto - Lago Bracciano
- IT12DW\_24TA area di tutela assoluta - Lago Bracciano

#### **Siti di monitoraggio**

Su GWB (IT12VU002 - Unità dei Monti Sabatini):

- SITO 1: IT12S28 - sorgente S.28 (*monitoring purpose*: CHE - chimico)

Su SWB:

- SITO 1: ARPA-14245 Lago di Bracciano IT12L4\_26 (*monitoring purpose*: SUR - sorveglianza)
- SITO 2: ARPA-14590 Fiume Arrone 2 IT12F4\_24 (*monitoring purpose*: OPE - operativo)
- SITO 3: ARPA-14495 Fiume Arrone 2 IT12F4\_23 (*monitoring purpose*: OPE - operativo)

<b>euGroundWaterBodyCode</b>	<b>IT12VU002</b>
euRBCode	ITE
groundwaterBodyName	Unità dei Monti Sabatini
layered	No information
linkSurfaceWaterBody	Yes
linkTerrestrialEcosystem	No
geologicalFormation	Porous - moderately productive
gwAssociatedProtectedArea	Yes
gwAtRiskQuantitative	Yes
gwEORiskQuantitative	Uses of functions
<b>gwQuantitativeStatusValue</b>	U
gwQuantitativeAssessmentYear	2011--2013
gwQuantitativeAssessmentConfidence	1
gwQuantitativeStatusExpectedGoodIn2015	No
gwQuantitativeStatusExpectedAchievementDate	Unknown

gwAtRiskChemical	No
gwEORiskChemical	
<b>gwChemicalStatusValue</b>	2
gwChemicalAssessmentYear	2011--2013
gwChemicalAssessmentConfidence	2
gwChemicalStatusExpectedGoodIn2015	Yes
gwChemicalStatusExpectedAchievementDate	

Per il corpo idrico sotterraneo IT12VU002 non ci sono informazioni riguardanti lo stato quantitativo (U = *Unknown*, sconosciuto) mentre il giudizio sullo stato chimico è buono (2 = *Good status*). A questo corpo idrico sono associate tutte e 3 le *drinking water protected area*.

<b>euSurfaceWaterBodyCode</b>	IT12R12ARS_BRACCIANO_ME7
euRBCode	ITE
surfaceWaterBodyName	Lago di Bracciano
surfaceWaterBodyCategory	LW
naturalAWBHMWB	Natural
surfaceWaterBodyTypeCode	ME-7
swAssociatedProtectedArea	Yes
<b>swEcologicalStatusOrPotentialValue</b>	2
swEcologicalAssessmentYear	2011--2014
swEcologicalAssessmentConfidence	2
swEcologicalStatusOrPotentialExpectedGoodIn2015	Yes
swEcologicalStatusOrPotentialExpectedAchievementDate	
<b>swChemicalStatusValue</b>	3
swChemicalAssessmentYear	2011--2014
swChemicalAssessmentConfidence	3
swChemicalMonitoringResults	Monitoring
swChemicalStatusExpectedGoodIn2015	No
swChemicalStatusExpectedAchievementDate	2016--2021

Per il corpo idrico superficiale lacuale: IT12R12ARS\_BRACCIANO\_ME7 il giudizio sullo stato ecologico è buono (2 = *Good status*) mentre quello sullo stato chimico è moderato o sufficiente (3 = *Moderate status*). Lo stato ambientale complessivo, dettato dal peggiore tra stato ecologico e chimico, risulta essere non

buono. A questo corpo idrico è associata la *drinking water protected area* IT12\_DW24R (zona di rispetto - Lago Bracciano).

<b>euSurfaceWaterBodyCode</b>	<b>IT12R12ARS_FARRONE_14GL1T</b>
euRBCode	ITE
surfaceWaterBodyName	Fiume Arrone 1
surfaceWaterBodyCategory	RW
naturalAWBHMWB	Natural
surfaceWaterBodyTypeCode	14GL1T
swAssociatedProtectedArea	Yes
<b>swEcologicalStatusOrPotentialValue</b>	<b>2</b>
swEcologicalAssessmentYear	2011--2014
swEcologicalAssessmentConfidence	1
swEcologicalStatusOrPotentialExpectedGoodIn2015	Yes
swEcologicalStatusOrPotentialExpectedAchievementDate	
<b>swChemicalStatusValue</b>	<b>2</b>
swChemicalAssessmentYear	2011--2014
swChemicalAssessmentConfidence	1
<b>swChemicalMonitoringResults</b>	<b>Expert judgement</b>
swChemicalStatusExpectedGoodIn2015	Yes
swChemicalStatusExpectedAchievementDate	

Per il corpo idrico superficiale fluviale: IT12R12ARS\_FARRONE\_14GL1T il giudizio sullo stato ecologico è buono (2 = *Good status*) e quello sullo stato chimico è buono (2 = *Good status*). Il corpo idrico non è soggetto a monitoraggio pertanto le valutazioni sullo stato chimico sono state fatte mediante giudizio esperto.

<b>euSurfaceWaterBodyCode</b>	<b>IT12R12ARS_FARRONE_14SS3T</b>
euRBCode	ITE
surfaceWaterBodyName	Fiume Arrone 2
surfaceWaterBodyCategory	RW
naturalAWBHMWB	Natural
surfaceWaterBodyTypeCode	14SS3T
swAssociatedProtectedArea	No

<b>swEcologicalStatusOrPotentialValue</b>	4
swEcologicalAssessmentYear	2011--2014
swEcologicalAssessmentConfidence	3
swEcologicalStatusOrPotentialExpectedGoodIn2015	No
swEcologicalStatusOrPotentialExpectedAchievementDate	2022--2027
<b>swChemicalStatusValue</b>	2
swChemicalAssessmentYear	2011--2014
swChemicalAssessmentConfidence	3
swChemicalMonitoringResults	Monitoring
swChemicalStatusExpectedGoodIn2015	Yes
swChemicalStatusExpectedAchievementDate	

Per il corpo idrico superficiale fluviale: IT12R12ARS\_FARRONE\_14SS3T il giudizio sullo stato ecologico è scadente o scarso (4 = *Poor status*) mentre quello sullo stato chimico è buono (2 = *Good status*). Pertanto lo stato del corso d'acqua è inferiore al buono.

In sintesi, lo stato ambientale del lago risulta non buono.

I monitoraggi (2014–2016) che hanno informato la relazione di ARPA Lazio pubblicata nell'agosto 2017, afferiscono al ciclo sessennale successivo e hanno riguardato i soli parametri chimico-fisici nell'unico punto di monitoraggio posto al centro del lago. A partire dal 2017, sono stati aggiunti due nuovi punti per rilevare l'eventuale presenza di fitofarmaci. Sulla base dei dati di monitoraggio suddetti, ARPA Lazio dichiara che "*Trattandosi di valutare aspetti ambientali connessi alle anomalie climatiche e idrometriche del lago, sarebbe necessario rielaborare i dati disponibili ed effettuare idonei approfondimenti. Il Lago di Bracciano, classificato in stato ambientale non buono a fine primo monitoraggio WFD, sessennio 2010–2015, presenta criticità dello stato ecologico con riferimento all'indicatore LTeco per i valori di ossigeno ipolimnico a fine del periodo di stratificazione, e criticità dello stato chimico [...]. L'applicazione degli indici biologici nel corrente ciclo di monitoraggio (fitoplancton, macrofite, benthos), una volta attuato, consentirà una più solida e significativa valutazione ambientale.*"

In altre parole, i monitoraggi dei parametri chimico-fisici già evidenziano un'alterazione dei processi ecologici lacustri, tra l'altro comprovata dalla classificazione del lago ai sensi della WFD.

La normativa stabilisce che "*Per il monitoraggio sono fissate frequenze che tengono conto della variabilità delle condizioni sia naturali che antropiche. Il momento in cui effettuare il monitoraggio è scelto in modo da minimizzare l'incidenza delle variazioni stagionali sul risultato e assicurare quindi che quest'ultimo rispecchi i mutamenti intervenuti nel corpo idrico a seguito di cambiamenti dovuti alla pressione antropica. Per conseguire questo obiettivo sono effettuati, se necessario, monitoraggi supplementari in stagioni diverse del medesimo anno.*"

Occorre dunque anzitutto conoscere le *condizioni sia naturali che antropiche*, ovvero caratterizzare il sistema fisico superficiale e sotterraneo necessario a costruire un modello concettuale di bilancio idrico fisicamente basato e le pressioni esercitate su di esso (prelievi, immissioni, etc.), anche al fine di indirizzare

la definizione della rete di monitoraggio quantitativo. La rete raccoglierà dati meteoclimatici (precipitazioni e temperature), idrologici (livelli lacustri e portate dell'emissario) e idrogeologici (livelli piezometrici e portate delle sorgenti).

Attualmente non si conosce lo stato quantitativo del corpo idrico sotterraneo che misura lo stato della ricarica rinnovabile della falda di cui il lago è affioramento; non ci sono misure sistematiche delle portate sull'emissario del lago (Arrone) e l'unico idrometro relativo al livello lacustre e operativo da lungo tempo è quello dell'ACEA ([vedi par. 4.2](#)). Si sottolinea inoltre che l'unica batimetria disponibile, necessaria per valutare i volumi lacustri e collegarli ai livelli, nonché ad orientare il monitoraggio quali-quantitativo, risale al 1969 ([vedi par. 3](#)) con evidente necessità di aggiornamento. Infine, non sono disponibili i dati sui prelievi dal lago e dai corpi idrici collegati, essenziali per la stima del bilancio idrico e per informare l'analisi delle pressioni che potrebbe evidenziare come significative proprio quelle quantitative. Occorrerà procedere al monitoraggio quantitativo in continuo per valutare l'alterazione dei parametri idro-morfologici e accompagnare al monitoraggio chimico-fisico quello biologico (fitoplancton, benthos, fauna ittica) che non è attualmente effettuato, impostando e se del caso riformulando la rete di monitoraggio ambientale del lago (e dei corpi idrici collegati).

Infatti, affinché la misura dei parametri chimico-fisici possa assicurare una stima affidabile dello stato del corpo idrico, il campionamento delle acque deve essere condotto congiuntamente a quello dell'elemento biologico maggiormente sensibile ai cambiamenti dovuti alla pressione antropica e rilevati dal monitoraggio quantitativo. Per minimizzare l'incidenza delle variazioni stagionali è necessario raggiungere una buona conoscenza della variabilità naturale legata alla stagionalità e per interpretare al meglio questa variabilità il sistema più efficace è quello di raccogliere il maggior numero possibile di campioni.

Per tale motivo i periodi di campionamento per la definizione dello stato chimico-fisico devono essere individuati sulla base dei criteri per la caratterizzazione della stagionalità delle associazioni fitoplanctoniche ([APAT, 2007](#)).

La realizzazione del campionamento chimico-fisico congiuntamente a quello delle associazioni fitoplanctoniche deve rispondere alla necessità di tenere conto delle mutue influenze che legano la componente abiotica con quella biotica.

L'esecuzione routinaria del monitoraggio degli altri elementi di qualità biologica fornirà un quadro di lettura più esaustivo.

## 6 IL LAGO E I SITI NATURA 2000 – PRESSIONI E MINACCE

Il bacino del Lago di Bracciano è inserito nel territorio del Parco Naturale Regionale di Bracciano e Martignano (Legge Regionale n. 36 del 25 novembre 1999) e ricade all'interno della ZPS IT6030085 "Comprensorio Bracciano – Martignano", e del SIC IT6030010 "Lago di Bracciano" ([Figura 21](#)). Quest'ultimo è stato designato come [sito ZSC](#) (Zona Speciale di Conservazione) con DM 06/12/2016 - G.U. 301 del 27-12-2016. Nelle tabelle che seguono ([Tabella 5](#) e [Tabella 6](#)) sono riportati per i due siti Natura 2000 gli habitat presenti e la relativa copertura. I dati sono tratti dal database caricato in *Eionet Central Data Repository nella cartella Natura 2000 network (Birds Directive and Habitats Directive)\Update\_N2000\_MAY2017\N2000\_2017.mdb*.

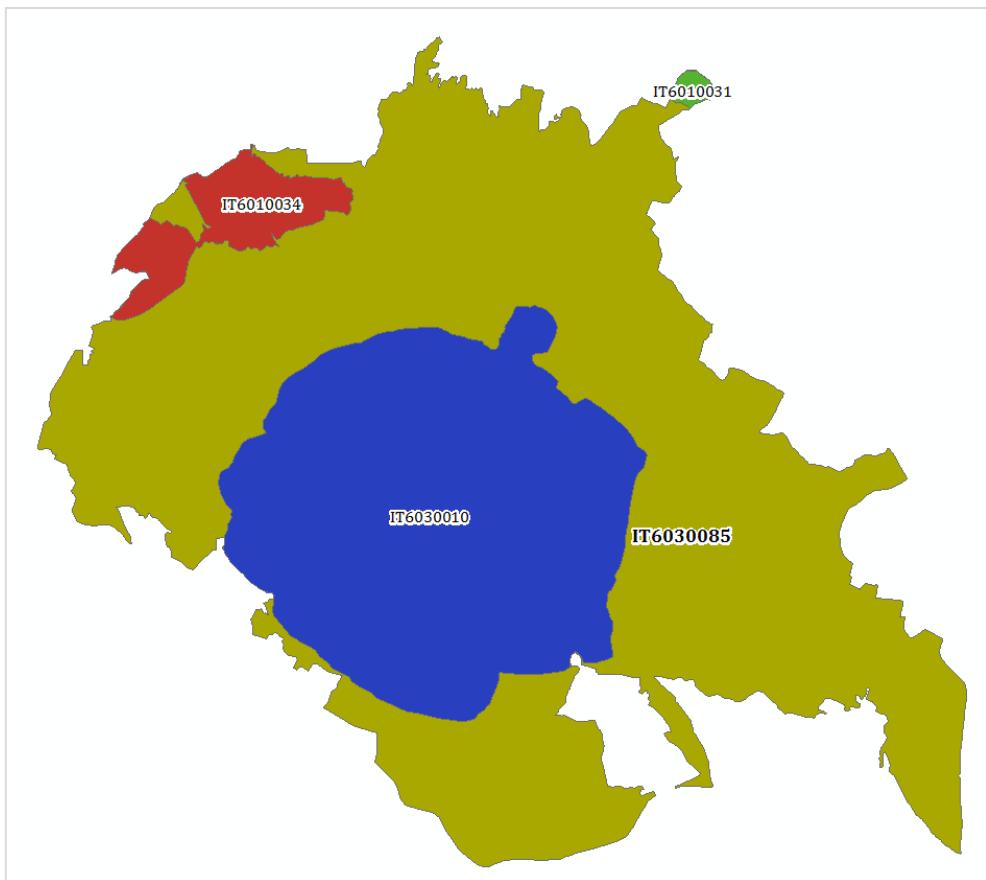


Figura 21 – Mappa delle Aree protette Natura 2000 di interesse per il Lago di Bracciano.

Tabella 5 - Elenco degli habitat presenti nella SIC/ZSC IT6030010 e la relativa copertura.

SITE_CODE		
IT6030010		
AREA (ha)		
5863.821		
HABITAT_CODE	HABITAT_COVER (AREA - ha)	COVER (AREA %)
3130	1.5	0.03
3140	1759.2	30
3150	2052.4	35
92A0	15.5	0.26

Tabella 6 – Elenco degli habitat presenti nella ZPS IT6030085 e la relativa copertura.

SITE_CODE		
IT6030085		
AREA (ha)		
19554		
HABITAT_CODE	HABITAT_COVER (AREA - ha)	COVER (AREA %)
3140	1759.86	9
3150	2150.94	11
91L0	5.9	0.03
9210	586.62	3
9260	2150.94	11
92A0	195.54	1

Come si evince dalla [Tabella 5](#) il SIC/ZSC IT6030010 risulta coperto al 35% dall'habitat 3150 e al 30% dall'habitat 3140. Questi due habitat non sono solo i più rappresentati all'interno del SIC ma sono anche quelli di maggior pregio naturalistico. Gli stessi habitat 3150 e 3140 ricoprono la ZPS IT6030085 con percentuali rispettivamente del 11% e del 9% ([Tabella 6](#)).

Nella ZSC vigono le misure di salvaguardia di cui all'art. 4 della L.R. 25 Novembre 1999, n. 36, legge istitutiva del Parco Naturale Regionale del complesso lacuale Bracciano-Martignano (FONTE: [BUR Lazio n. 34 suppl. 2 del 28/4/16](#)). Per quanto riguarda i divieti o obblighi ai fini della conservazione e gestione degli habitat di interesse comunitario 3150, 3140, 3130 è vietato il taglio e il danneggiamento della vegetazione acquatica sommersa e semisommersa, mentre per l'habitat 92A0 è vietato qualsiasi intervento di taglio, danneggiamento o trasformazione dell'habitat.

I dati riportati nelle [Tabella 7](#), [Tabella 8](#), [Tabella 9](#) e [Tabella 10](#) sono tratti da *Eionet Central Data Repository\Habitats Directive: Report on Implementation Measures\3rd Italian national report 2013* in ottemperanza all'obbligo: *Report on Implementation Measures (Article 17, Habitats Directive)* ripresi nel [Rapporto ISPRA 194/2014](#) e si riferiscono alle specie e agli habitat legati agli ecosistemi acquatici (vedi [Rapporto ISPRA 153/2011](#)) che risultano presenti nel quadrante 10x10 km in cui ricade il sito Natura 2000 del Lago di Bracciano (IT6030085 - Comprensorio Bracciano e Martignano).

Nella [Tabella 7](#) si riporta lo stato di conservazione e il relativo trend degli habitat di interesse comunitario (All. I) ai sensi della Direttiva Habitat 92/43/CEE e legati agli ecosistemi acquatici, da cui si evince che l'habitat 3150 presenta uno stato di conservazione non soddisfacente inadeguato e gli habitat 91F0 e 92A0 sono in uno stato di conservazione cattivo; per questi habitat il trend dello stato di conservazione è in peggioramento.

Nella [Tabella 8](#) si riporta lo stato di conservazione delle specie tutelate dagli Allegati II e IV della Direttiva Habitat legate agli ecosistemi acquatici, da cui emerge che la Rovella (*Rutilus rubilio*), la Natrice tessellata (*Natrix tessellata*) e il Tritone crestato italiano (*Triturus carnifex*) sono in uno stato di conservazione non favorevole e che tale stato risulta in peggioramento per la Natrice tessellata e il Tritone crestato.

Tabella 7 – Habitat di interesse comunitario legati agli ambienti acquatici ([Rapporto ISPRA 153/2011](#)) presenti nella ZSC Lago di Bracciano e Martignano e loro stato conservazionistico (in neretto quelli legati agli ambienti inondati).

HABITAT_CODE	DESCRIPTION	CONSERVATION STATUS	TREND
3140	Acque oligomesotrofe calcaree con vegetazione bentica di <i>Chara</i> spp.	<i>Favourable</i>	
3150	Laghi eutrofici naturali con vegetazione del <i>Magnopotamion</i> o <i>Hydrocharition</i>	<i>Unfavourable Inadequate</i>	–
91F0	Foreste miste riparie di grandi fiumi a <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> e <i>Ulmus minor</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> o <i>Fraxinus angustifolia</i> ( <i>Ulmenion minoris</i> )	<i>Unfavourable Bad</i>	–
92A0	Foreste a galleria di <i>Salix alba</i> e <i>Populus alba</i>	<i>Unfavourable Bad</i>	–

**Legenda – CONSERVATION STATUS:** stato di conservazione sensu Art. 1 Direttiva Habitat. **TREND** dello stato di conservazione: “–” = in peggioramento, nessun simbolo = dato assente. Fonte: [Rapporto ISPRA 194/2014](#).

Tabella 8 – Specie di interesse comunitario presenti nella ZSC Lago di Bracciano e Martignano e loro stato conservazionistico.

SPECIES_NAME	SPECIES_CODE	CONSERVATION STATUS	All.	TREND
<i>Oxygastra curtisii</i>	1041	<i>Favourable</i>	II, IV	
<i>Rutilus rubilio</i>	1136	<i>Unfavourable Inadequate</i>	II	=
<i>Natrix tessellata</i>	1292	<i>Unfavourable Inadequate</i>	IV	–
<i>Rana italica</i>	1206	<i>Favourable</i>	IV	
<i>Triturus carnifex</i>	1167	<i>Unfavourable Inadequate</i>	II	–

**Legenda – CONSERVATION STATUS:** stato di conservazione sensu Art. 1 Direttiva Habitat. **All.**: Allegato della Direttiva Habitat in cui è inserita la specie. **TREND** dello stato di conservazione: “–” = in peggioramento; “=” = stabile; nessun simbolo = dato assente. Fonte: [Rapporto ISPRA 194/2014](#).

Ai fini del *Reporting* sensu Art. 17, la Commissione Europea ha stabilito che le “**pressioni**” sono definite come quei fattori che hanno agito su specie e habitat durante il ciclo di *reporting*, mentre le “**minacce**” sono definite come quei fattori che si prevede possano agire in futuro su specie e habitat ([https://bd.eionet.europa.eu/activities/Reporting/Article\\_17/reference\\_portal](https://bd.eionet.europa.eu/activities/Reporting/Article_17/reference_portal); [Rapporto ISPRA 194/2014](#)).

Nelle **Tabella 9** e **Tabella 10** sono indicate le pressioni (con i relativi codici), riconducibili alla categoria “J02: *human induced changes in hydraulic conditions*”, agenti sullo stato di conservazione degli habitat di interesse comunitario e la corrispondente classe di intensità, così come valutate a livello nazionale per ciascuna Regione Biogeografica ([Rapporto ISPRA 194/2014](#)).

**Tabella 9 – Habitat di interesse comunitario influenzati dalla modifica delle funzioni idrografiche.**

HABITAT_CODE/DESCRIPTION	PRESSURE	RANKING	TYPE
3140 - Acque oligomesotrofe calcaree con vegetazione bentica di <i>Chara</i> spp.	J02.05.02 - modifica della struttura dei corsi d'acqua interni	Medium	P/M
3150 - Laghi eutrofici naturali con vegetazione del <i>Magnopotamion</i> o <i>Hydrocharition</i>	J02.05.02 - modifica della struttura dei corsi d'acqua interni	Medium	P/M
3150 - Laghi eutrofici naturali con vegetazione del <i>Magnopotamion</i> o <i>Hydrocharition</i>	J02.07 - prelievo di acque sotterranee (drenaggio, abbassamento di falda)	Medium	P/M
3150 - Laghi eutrofici naturali con vegetazione del <i>Magnopotamion</i> o <i>Hydrocharition</i>	J02.15 - altre modifiche causate dall'uomo alle condizioni idrauliche	Medium	P/M
91F0 - Foreste miste riparie di grandi fiumi a <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> e <i>Ulmus minor</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> o <i>Fraxinus angustifolia</i> ( <i>Ulmenion minoris</i> )	H01 - generale inquinamento delle acque superficiali limniche e terrestri	High	P/M

**Legenda – PRESSURE:** pressione e relativo codice (si veda Allegato 2 del [Rapporto ISPRA 194/2014](#)); **RANKING** (Classe di intensità della Pressione/Minaccia): (High= Alta; Medium = Media); **TYPE** (tipo di pressure): P = pressione, M = Minaccia.

**Tabella 10 – Specie di interesse comunitario influenzate dalla modifica delle funzioni idrografiche.**

SPECIES_NAME	SPECIES_CODE	PRESSURE	RANKING	TYPE
<i>Rutilus rubilio</i>	1136	J02.06 - prelievo delle acque superficiali	Medium	P/M
<i>Natrix tessellata</i>	1292	J02.06 - prelievo delle acque superficiali	Medium	P/M
<i>Natrix tessellata</i>	1292	J02.05 - modifica delle funzioni idrografiche in generale	High	P/M
<i>Rana italica</i>	1206	J02.06 - prelievo delle acque superficiali	Medium	P/M
<i>Rana italica</i>	1206	J02.05 - modifica delle funzioni idrografiche in generale	Medium	P/M
<i>Triturus carnifex</i>	1167	J02.05 - modifica delle funzioni idrografiche in generale	High	P/M

**Legenda – PRESSURE:** pressione e relativo codice (si veda Allegato 2 del [Rapporto ISPRA 194/2014](#)); **RANKING** (Classe di intensità della Pressione/Minaccia): (High= Alta; Medium = Media); **TYPE** (tipo di pressure): P = pressione, M = Minaccia.

Pertanto, in particolare per gli habitat 3150 e 92A0 per i quali risultano pressioni/minacce afferenti alle categorie *J02.05 - modifica delle funzioni idrografiche in generale*, *J02.06 - prelievo delle acque superficiali*, *J02.07 - prelievo di acque sotterranee (drenaggio, abbassamento di falda)* e *J02.15 - altre modifiche cause dall'uomo alle condizioni idrauliche*, si evince che l'eccessivo emungimento idrico può contribuire a un peggioramento dello stato di conservazione; tali considerazioni sono valide anche per le specie *Rutilus rubilio*, *Natrix tessellata* e *Triturus carnifex*, che risultano già in uno stato di conservazione inadeguato e cattivo, con un trend in peggioramento (tranne che per il *Rutilus rubilio*).

Nell'analisi delle minacce effettuata alla scala locale e riportata nella *Proposta di Piano di Gestione della ZPS IT6030085 Bracciano e Martignano e SIC annessi* risulta che “*emungimenti e captazioni idriche*” possono arrecare impatti all'avifauna di ambiente lacustre, alla Salamandrina dagli occhiali (*Salamandrina perspicillata*) oltre che al Tritone crestato italiano (*Triturus carnifex*) come d'altronde già indicato dai dati presenti nel Report sensu Art. 17 (**Tabella 10**); mentre l’“*alterazione idrogeologica (riduzione del flusso d’acqua)*” può arrecare impatti agli habitat 92A0, alla Salamandrina dagli occhiali, al Tritone crestato italiano e alla Testuggine palustre europea (*Emys orbicularis*) che sono oggetto di tutela nei suddetti Siti Natura 2000 (vedi *Piano di Gestione e Misure di conservazione per la gestione della ZPS IT6030085 “Bracciano-Martignano” e SIC annessi IT6010034 Faggete Monte Raschio e Oriolo IT6010031 Lago di Monterosi IT6030010 Lago di Bracciano*, 8 Maggio 2009).

Infine nell'analisi delle pressioni e delle minacce riportata nel documento “*Misure di conservazione del SIC IT6030010 “Lago di Bracciano” ai fini della designazione a Zona Speciale di Conservazione*” (BU Regione Lazio n. 34 Suppl. n. 2 del 28/04/2016), la J03.01 – “*Riduzione o perdita di specifiche caratteristiche di habitat*” è indicata come pressione/minaccia per gli habitat 3150 e per la specie *Rutilus rubilio*, e la J02.01 – “*Interramenti, bonifiche e prosciugamenti in genere*” è segnalata come pressione/minaccia per l'habitat 92A0.

Alla luce delle valutazioni effettuate sia a scala nazionale (per la porzione della regione biogeografia mediterranea a cui si riferiscono i dati relativi al Report art. 17), sia a scala locale per le specie e gli habitat presenti nel SIC/ZSC IT6030010 “Lago di Bracciano” e nella ZPS IT6030085 “Comprensorio Bracciano – Martignano” si evince che l'alterazione del livello delle acque del Lago di Bracciano e dei corpi idrici connessi può determinare un peggioramento dello stato di conservazione dei suindicati habitat e specie.

## 7 IMPATTI SUGLI HABITAT DEI SITI NATURA 2000 - ESITO DEI SOPRALLUOGHI TECNICI

Nelle giornate del 27 luglio, 25 agosto e 18 settembre 2017 sono stati effettuati, da parte di esperti del Dipartimento per il monitoraggio, la tutela dell'ambiente e la conservazione della biodiversità dell'ISPRA, tre sopralluoghi finalizzati alla valutazione dello stato di conservazione degli ambienti lacustri e in particolare della vegetazione e degli *habitat* presenti nel SIC IT6030010 “Lago di Bracciano” in conseguenza del sensibile abbassamento dei livelli idrici nel Lago. Infatti, l'abbassamento del livello idrometrico può ridurre in modo critico la cintura litorale, cambiare forma e batimetria delle sponde e aumentare la distanza della vegetazione forestale dalle rive, modificando così gli ingressi delle singole specie e la capacità di autorigenerazione delle aree litorali e bentoniche.

Nei paragrafi seguenti gli habitat osservati durante i sopralluoghi sono dapprima descritti con riferimento a quanto atteso in base alle informazioni contenute nel Piano di Gestione del Parco ([Ente Parco Regionale](#)

[Bracciano-Martignano, 2009](#)) e nella relazione preliminare stilata dall'Ente Parco nell'agosto 2017 ([Ente Parco Regionale Bracciano-Martignano, 2017](#)); successivamente con riferimento a quanto riscontrato in fase di sopralluogo dettagliando puntualmente le caratteristiche osservate.

## 7.1 Habitat Natura 2000 analizzati

### 7.1.1 3130 – Acque stagnanti, da oligotrofe a mesotrofe, con vegetazione dei Littorelletea uniflorae e/o degli Isoëto-Nanojuncetea.

L'habitat è composto da popolamenti dominati da *Eleocharis acicularis* ([Figura 22](#)) e *Baldellia ranunculoides* che si consociano con gli habitat a dominanza di *Chara aspera* nelle zone a minor profondità della prima fascia di vegetazione ([Azzella & Ragogna, 2011](#)). In questi habitat è possibile rinvenire *Isoëtes sabatina* e altre piccole specie che hanno l'aspetto di "isoetidi", quali *Juncus articulatus*, *Nitella hyalina*, forme vegetative di profondità di *Schenoplectus lacustris*.



Figura 22 – Aspetti a *Eleocharis acicularis* dell'habitat 3130 (ISPRA, sopralluogo del 27 luglio 2017).

#### 7.1.1.1 Impatti osservati

I sopralluoghi hanno evidenziato per questo habitat quanto già riportato in [Troia e Azzella \(2013\)](#) e in [Azzella \(2012\)](#), ossia che si tratta di un habitat frammentato e di estensione limitata a causa della distruzione, dovuta alle ripetute bonifiche spondali, della fascia a *Helophyte* (*Phragmites*, *Typha*, *Scirpus* sp. pl.) con la quale probabilmente l'endemica *Isoëtes sabatina* tipica di questo habitat conviveva a mosaico.

*Isoëtes sabatina* è, come sopra detto, una specie endemica del Lazio, solo di recente descritta per il Lago di Bracciano, ove si trova l'unica popolazione sinora nota ([Troia & Azzella, 2013](#)). L'habitat di *Isoëtes sabatina* necessita della presenza di acque stagnanti, da oligotrofe a mesotrofe, con vegetazione dei *Littorelletea uniflorae* e/o degli *Isoëto-Nanojuncetea*. Attualmente, è minacciata, oltre che dalla rapida diminuzione del livello idrico del lago, dagli effetti indotti dalla biomassa vegetale in decomposizione in particolare di *Characeae*.

Inoltre si è costatato che all'abbassamento del livello idrico raggiunto tra luglio e agosto è corrisposta l'emersione dei 2/3 del popolamento della *Isoëtes sabatina* che si spingeva fino a circa 2 metri di profondità ([Figura 23](#)).



Figura 23 – L'habitat elettivo di *Isoëtes sabatina* in via di disseccamento in località Polline (ISPRA, sopralluogo del 27 luglio 2017).

I sopralluoghi hanno evidenziato come gli aspetti inondati dell'habitat 3130 siano stati sostituiti da specie antropofile quali *Erigeron spp.*, *Portulaca oleracea*, *Cynodon dactylon*, *Digitaria spp.*, *Echinochloa crus-galli* ([Figura 24](#)). Nelle zone più ricche di limo l'habitat 3130 è stato rapidamente sostituito da specie della classe *Bidentetea* (vegetazione pioniera, annuale, nitrofila e igrofila, di suoli ricchi in azoto, fangosi o limosociotolosi) come *Persicaria lapathifolia* ([Figura 25](#)). Sul litorale, dove i suoli sono idonei, si assiste a una colonizzazione pioniera di alcune specie guida degli aspetti meno frequentemente inondati (*Cyperus sp.pl.*, *Juncus articulatus*) in sostituzione degli aspetti ripariali dell'habitat 3130. Tale colonizzazione può essere influenzata dallo spiaggiamento di una gran quantità di macrofite (soprattutto del genere *Chara*) in grado di alterare le caratteristiche dell'habitat originario (oligomesotrofo). In tutti i casi si osserva un'alterazione dell'habitat a causa della continua riduzione del livello idrico superiore a quella compatibile con la sua persistenza (oscillazioni del livello delle acque del lago tollerabili sono dell'ordine di  $\pm 50\text{--}60$  cm), con la scomparsa delle specie che devono necessariamente rimanere inondate (ad es., *Isoëtes Sabatina*) e la loro sostituzione con specie anfibie di minor pregio naturalistico.



Figura 24 - Cespi secchi di *Eleocharis acicularis*. Su sponde ciottolose gli aspetti inondati dell'habitat 3130 sono stati sostituiti da specie antropofile quali *Erigeron spp.*, *Portulaca oleracea*, *Cynodon dactylon*, *Digitaria spp.*, *Echinochloa crus-galli* - Località Riva di Polline (ISPRA, sopralluogo del 25 agosto 2017).

Allo stato attuale i popolamenti sono sotto stress: verso terra, in tutte le stazioni visitate il 27 luglio 2017 sono presenti numerose ricrescite di *Populus nigra* e *Salix alba* (**Figura 26**) in un ambito precedentemente occupato dall'habitat 3130, con l'ingressione di specie antropofile (ad es., *Conyza* ssp.).

Secondo i dati forniti dall'ente gestore del Parco Naturale, al 10 agosto 2017 l'habitat 3130 è emerso dall'acqua con percentuali che oscillano tra il 20 e il 100%. In particolare:

- 20% del popolamento in località Pizzo Prato;
- 30% del popolamento in località Vigna Campana-Km 17 SP Settevene Palo;
- 100% del popolamento a Trevignano Romano in via della Rena;
- 100% del popolamento rilevato nel settore Montecchio-Poggio delle Ginestre.

In località Vicarello, dove si trova l'unico popolamento completamente sommerso di *Eleocharis acicularis*, quest'ultimo risulta completamente coperto da alghe filamentose (*epiphyton*). Complessivamente l'habitat 3130 è in emersione in circa il 90% dei siti indagati.

Il sopralluogo del 25 agosto 2017 ha evidenziato che l'habitat elettivo di *Isoetes sabatina* osservato in località Polline era emerso per circa il 50% (**Figura 27b**).



Figura 25 – Esempio di zona con maggiore presenza di limo in cui l'habitat 3130 è stato rapidamente sostituito da specie della classe *Bidentetea* (vegetazione pioniera, annuale, nitrofila e igrofila, di suoli ricchi in azoto, fangosi o limoso-ciottolosi) come *Persicaria lapathifolia* - Località Riva di Polline (ISPRA, sopralluogo 25 agosto 2017).



Figura 26 – Ricrescita di specie antropofile e di plantule di *Populus* e *Salix* in un ambito precedentemente occupato dall'habitat 3130 (di cui rimangono alcune aree in via di disseccamento) - Località Pantane (ISPRA, sopralluogo 27 luglio 2017).

Il sopralluogo del 18 settembre 2017 in località Polline ha evidenziato che dopo le piogge dei giorni precedenti nonostante parte dell’habitat si presentasse bagnato, la maggior parte degli esemplari di *Eleocharis*, *Juncus* e *Isoetes sabatina* erano secchi (**Figura 27c**), talvolta circondati da esemplari di *Chara aspera* in decomposizione e assediati da cianoficee (**Figura 27d**).

In **Figura 27** si riportano le immagini relative all’evoluzione dell’habitat di *Isoetes sabatina* così come osservato nei 3 diversi sopralluoghi.



Figura 27 – Habitat elettivo di *Isoetes sabatina* nei diversi sopralluoghi effettuati dagli esperti di ISPRA in località Polline (sopralluoghi del 27 luglio, 25 agosto e 18 settembre 2017).

### 7.1.2 3140 – Acque oligomesotrofe calcaree con vegetazione bentica di *Chara spp*

Si tratta di habitat caratterizzati dalla presenza di specie dei generi *Chara* e *Nitella*. Sono considerate ottimi indicatori della qualità delle acque. Infatti, per la loro sopravvivenza, le alghe *Characeae* necessitano di acque calcaree oligo-mesotrofiche ben ossigenate, caratterizzate da buona luminosità e assenza di torbidità. Possono essere soggette a disarticolazione per variazione della pressione su di esse esercitata dalla colonna d’acqua a seguito di alterazioni del livello idrico. Sono estremamente sensibili alla presenza di inquinamento da parte di fertilizzanti, in particolar modo di fosfati e diserbanti, manifestando in risposta un’immediata regressione.

Nel 2008, come riportato in [Mastrantuono et al. \(2008\)](#), la vegetazione dominata da *Characeae* si spingeva fino a 20 m di profondità e si segnalava una drastica diminuzione della copertura elofitica, con cui tale habitat si poneva a mosaico; rispetto a quanto osservato nel passato, tale concentrazione è stata probabilmente causata dal costante aumento della pressione antropica lungo la costa del lago. Inoltre, si segnalava la diminuzione della copertura delle idrofite causata dall'abbassamento del livello delle acque.

Le specie presenti al 2010 ([Azzella, 2014](#)) erano: *Chara aspera*, *Chara globularis*, *Chara gymnochilla*, *Chara hispida*, *Chara vulgaris*, *Chara intermedia*, *Chara polyacantha*, *Chara tomentosa*, *Chara delicatula*, *Chara crassicaulis*, *Chara contraria*, *Nitella gracilis*, *Nitella hyalina*, *Nitella opaca*, *Nitellopsis obtusa*, *Nitella tenuissima*.

Inoltre, si identificava la presenza delle seguenti praterie lungo il gradiente di profondità:

- Praterie dominate da *Chara aspera* nelle zone a minor profondità
- Praterie a *Chara polyacantha* a profondità comprese tra 3 e 16 metri.
- Praterie dominate da *Chara globularis* a grandi profondità, comprese tra 16 e 19 metri.
- Praterie dominate da *Nitella opaca* alle profondità di chiusura della vegetazione sommersa.

#### **7.1.2.1 Impatti osservati**

Nel corso dei sopralluoghi si è osservato come l'abbassamento del livello del lago, oltre che l'emersione delle praterie a *Chara aspera*, abbia causato fenomeni di disarticolazione e l'accumulo di un gran numero di alghe e macrofite morte (principalmente *Characeae polyacantha*). Queste potrebbero indurre una locale alterazione dello stato trofico dell'habitat e conseguentemente un peggioramento dello stato e una riduzione dello stesso. In particolare nel corso dei sopralluoghi si è constatato che la fascia a *Characeae* con piante morte, che al 27 luglio si estendeva tra i 3 e i 5 metri dall'attuale riva del lago, nel sopralluogo del 25 agosto si era ulteriormente estesa, fino a raggiungere oltre 10 metri.



Figura 28 – Popolamenti di *Chara* in decomposizione osservati sulle rive del lago il 27 luglio 2017 in località Azienda Agricola Riva di Polline.



Figura 29 – Popolamenti di *Chara* in decomposizione osservati sulle rive del lago il 25 agosto 2017 in località Azienda Agricola Riva di Polline.

In alcune zone, come quella prospiciente la spiaggia di Montecchio-Pantane, nel corso del sopralluogo del 18 settembre è stato osservato che la perdita della prateria di *Characeae* ha raggiunto in alcuni punti circa 35 metri lineari ([Figura 30](#)). Va segnalato che processi distruttivi sono in atto anche nelle praterie immerse ([Figura 31](#)). Infatti, le specie di *Chara* si distribuiscono principalmente in base alla profondità delle acque, all'intensità della luce solare e alla pressione della colonna d'acqua.



Figura 30 – Zona le Pantane: la vecchia linea di costa nel 2015 arrivava agli alberi (18 settembre 2017).



Figura 31 – Zona le Pantane, ingenti spiaggiamenti di *Chara* indicano che anche le porzioni immerse stanno morendo (18 settembre 2017).

Alterazioni di questi fattori hanno causato morie di massa anche nelle zone immerse ([Figura 32](#)) come testimoniato dal continuo spiaggiamento di *Characeae* e dal loro aspetto disarticolato ([Figura 33](#)) evidenziato anche da un monitoraggio subacqueo effettuato dall'Ente Parco.



Figura 32 – Praterie a *Chara* staccatesi dal fondale e affioranti (Loc. Villa Romana, 18 settembre 2017).



Figura 33 – Moria delle praterie a *Chara polyacantha* e *Chara aspera* in zone ancora inondate (18 settembre 2017).

### 7.1.3 3150 – Laghi eutrofici naturali con vegetazione del Magnopotamion o Hydrocharition

L'habitat è caratterizzato dalla presenza di specie di vegetazione acquatica tipiche di corpi idrici lentici, e riferibile alle associazioni *Hydrocharition*, *Potamogetonion*, *Lemnion* e *Nymphaeion*. La dislocazione delle popolazioni delle varie specie nel corpo idrico dipende da un gran numero di fattori legati a topografia (*Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton perfoliatus* e *Vallisneria spiralis* si trovano a profondità minori, mentre *Potamogeton lucens* e *Potamogeton pectinatus* a profondità maggiori) e luminosità (*Potamogeton*

*lucens* è specie eliofila che necessita di acque più chiare, *Potamogeton crispus* tollera maggiormente l'ombreggiamento o la torbidità).

Condizioni eutrofiche dell'habitat 3150 potrebbero favorirlo a scapito dell'habitat 3140 che è da considerarsi di maggior pregio.

Le specie caratterizzanti l'habitat sono: *Ceratophyllum demersum*, *Elodea canadensis*, *Myriophyllum spicatum*, *Najas marina*, *Najas marina*, *Najas minor*, *Potamogeton crispus*, *Potamogeton lucens*, *Potamogeton nitens*, *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton pusillus*, *Utricularia australis*, *Vallisneria spiralis*, *Zannichellia palustris*, *Ranunculus trichophyllus*.

#### 7.1.3.1 Impatti osservati

Durante il sopralluogo del 25 agosto si è costatata una notevole riduzione nell'estensione dell'habitat 3150 con popolamenti in via di disseccamento in particolare di *Ranunculus trichophyllus* ([Figura 34](#)), grandi quantità di cespi spiaggiati o morenti di *Potamogeton perfoliatus* ([Figura 35](#)), estese praterie a *Potamogeton* spp. ormai in affioramento oltre ai consueti spiaggiamenti ([Figura 36](#) e [Figura 37](#)).



Figura 34 – Popolamenti a *Ranunculus trichophyllus* in via di disseccamento (ISPRA, sopralluogo 25 agosto 2017).



Figura 35 – Cespi marcescenti di *Potamogeton perfoliatus* - Località Riva di Polline (ISPRA, sopralluogo 25 agosto 2017).



Figura 36 – Praterie a *Potamogeton* affioranti - Località la Marmotta (ISPRA, sopralluogo 18 settembre 2017)



Figura 37 – Esemplari spiaggiati di *Potamogeton perfoliatus* - Località la Marmotta (ISPRA, sopralluogo 18 settembre 2017).

#### 7.1.4 92A0 – Foreste a galleria di *Salix alba* e *Populus alba*

In questa tipologia di habitat rientrano i boschi ripari che si presentano fisionomicamente come ontanete a ontano nero (*Alnus glutinosa*), saliceti arborei o arbustivi a salice bianco (*Salix alba*), ridotti a pochi lembi, di ampiezza ridotta, e filari di *Populus alba*. Lo strato arboreo è costituito essenzialmente da ontano nero (non è presente il frassino maggiore) mentre allo strato erbaceo si rinvengono *Carex acutiformis*, *Carex pseudocyperus*, *Iris pseudacorus*, *Rubus ulmifolius*, *Solanum dulcamara*, *Calistegia sepium*, *Scrophularia auriculata* e *Arum italicum*. Una presenza significativa di tale habitat si rinviene in località Pantanelle, dove ai popolamenti di *Alnus glutinosa* e *Salix alba* si aggiunge la presenza di *Salix cinerea*.

Le specie caratterizzanti l'habitat sono: *Salix nigra*, *Salix alba*, *Salix cinerea*, *Alnus glutinosa*, *Populus nigra*.

#### 7.1.4.1 Impatti osservati

Lo stato di conservazione dell'habitat 92A0 risulta alterato dalla presenza di terrapieni realizzati a sostegno della strada litoranea. In tale area sono comunque costantemente presenti le specie guida. In condizioni di alterazioni ripetute dell'equilibrio della falda, l'habitat potrebbe essere soggetto alla penetrazione di *Robinia pseudoacacia*, specie molto invasiva e già largamente diffusa lungo le sponde a cause dell'intensa antropizzazione e del degrado vegetazionale.

Durante il sopralluogo del 27 luglio 2017 si è osservata una defogliazione di circa il 50% per *Salix alba* e del 10-20% per *Alnus glutinosa*, da imputarsi probabilmente al deficit idrico in atto. Molte plantule delle specie guida forestali sono penetrate nell'habitat 3140 insieme a cospicui contingenti di specie antropiche.

Il sopralluogo del 25 agosto ha evidenziato un ulteriore aumento della defogliazione di salice (fino al 60%) e di ontano, con defogliazione di oltre il 20%, a causa del protrarsi dell'abbassamento del livello delle acque del lago; inoltre, il prolungarsi delle condizioni di estremo stress idrico ha indotto alterazioni significative nella composizione e nella struttura della vegetazione.

Durante il sopralluogo del 18 settembre 2017 si è osservata una forte sofferenza, soprattutto di *Salix alba* ([Figura 38](#)), con defogliazione superiore al 60% e in minor misura di *Alnus glutinosa*.



Figura 38 – Esemplare di *Salix alba* in forte stato di sofferenza (ISPRA, sopralluogo del 18 settembre 2017).

#### 7.1.5 Osservazioni puntuali

Nel seguito si riportano i risultati di osservazioni condotte durante i sopralluoghi in specifiche aree di approfondimento denominate “Punti di osservazione” la cui localizzazione è rappresentata in [Figura 39](#).



Figura 39 – Mappa dei punti di osservazione.

#### 7.1.5.1 Punto di osservazione 1 - Tra la SP 4 e la riva del lago

Il sito oggetto di analisi si trova nei pressi della località nota come Vigna Grande. In tale area l'habitat 92A0 si sviluppava in continuità con l'habitat 3140 e le acque del lago erano a diretto contatto con gli alberi (ontani, salici e pioppi, si veda [Figura 40](#)).



Figura 40 – Linea di costa a stretto contatto con gli alberi in Località Vigna Grande di Bracciano, come si presentava nel luglio 2015 (Ente Parco Regionale Bracciano-Martignano, 2015).

La documentazione fotografica consultata, relativamente al periodo 2011-2015, mostra una certa stabilità del livello del lago negli anni, pur con modeste alterazioni stagionali, queste ultime comunque riconducibili nell'ambito delle cosiddette “oscillazioni naturali” dell’ordine dei ±50÷60 cm.

Durante la ricognizione del 18 settembre 2017, si è misurato un arretramento totale di circa 50,5 m ([Figura 41](#)) della riva del lago, che ha determinato l'emersione di un'area precedentemente quasi del tutto occupata dall'habitat 3140.



Figura 41 – L’arretramento della spiaggia presso Vigna Grande di Bracciano ben evidenziato dal distanziamento della linea di costa da quella degli alberi (ISPRA, sopralluogo del 18 settembre 2017).

#### **7.1.5.2 Punto di osservazione 2 - Presso zona archeologica Villa Romana, Km 17 SP4.**

L’allontanamento del fronte del bosco dalla riva, rilevato il 25 agosto 2017, era di circa 20÷23 m. Si è osservata inoltre la penetrazione, negli ambiti limosi, di specie antropofile quali *Erigeron bonariensis* spp. in ambiti precedentemente occupati da *Characeae* e *Bidentetea* ([Figura 42](#) e [Figura 43](#)). Mediamente, nel sito in questione, si sono persi circa 10 m lineari di superficie a habitat 3140.

	
<p>Figura 42 – Colonizzazione di <i>Erigeron bonariensis</i> in ambiti prima inondati e occupati precedentemente dall’habitat 3140.</p>	<p>Figura 43 – <i>Persicaria lapathifolia</i>, specie tipica dei <i>Bidentetea</i>, vegetazione ripariale nitrofila tipica degli ambiti limoso-sabbiosi.</p>

Nelle figure seguenti ([Figura 44](#) e [Figura 45](#)) si mettono a confronto la posizione della riva del lago e gli aspetti dell’habitat 92A0 presso Villa Romana, in due diversi periodi di tempo, settembre 2007 e agosto 2017. In quest’ultimo caso è ben visibile l’avanzamento della zona asciutta che rispetto al 2014–2015 si può stimare intorno ai 15÷20 m.



Figura 44 – Villa Romana, settembre 2007.



Figura 45 – Villa Romana, 25 agosto 2017.

In occasione del sopralluogo effettuato nello stesso punto in data 18 settembre 2017, rispetto a quanto osservato il 25 agosto, non sono stati notati miglioramenti significativi. In particolare sono risultate ancora presenti ingenti quantità di macrofite spiaggiate, le quali testimoniano anche la moria delle praterie immerse.

#### 7.1.5.3 Punto di osservazione 3 - Passeggiata lungolago Trevignano

Negli anni 2014–2015 parte della spiaggia era occupata da formazioni riferibili all'habitat 3130 distinguibile in aspetti più aridi a *Juncus* e ambiti più inondati a *Eleocharis acicularis*. Il 25 agosto si è osservato un allontanamento della sponda di circa 17 metri e la conseguente riduzione della superficie precedentemente occupata da questo habitat, oltre a una generale sostituzione da parte di specie dei *Bidentetea* (Figura 46). Nel precedente rilevamento del 27 luglio la fascia emersa si estendeva per circa 13 metri; quindi nel corso di un mese si è registrata una diminuzione di ulteriori 4 metri (Figura 47). Per quanto riguarda la prateria di *Chara* la parte emersa si estendeva per circa 6 metri. Inoltre, è risultata evidente una rarefazione dell'habitat 3130 determinata dalla presenza di salice e ontano.



Figura 46 – Esempio di ricolonizzazione da parte delle specie dei *Bidentetea* (*Persicaria lapathifolia*) in porzione di habitat 3130 a *Eleocharis acicularis* già inondata.

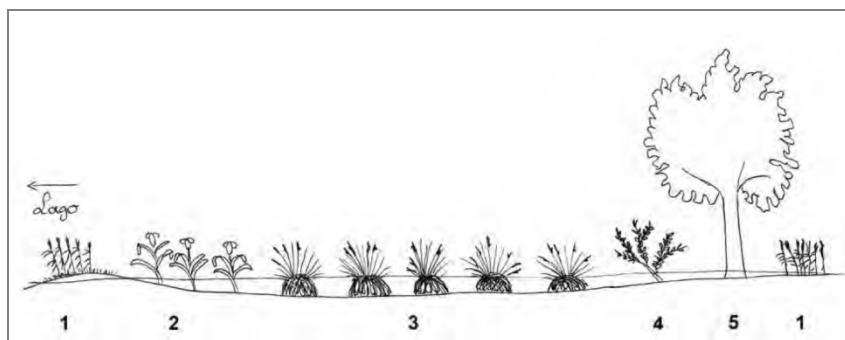


Figura 47 – La spiaggia nella zona della passeggiata di Trevignano è avanzata di circa 17 metri rispetto al 2014–2015.

Durante il sopralluogo del 18 settembre 2017 si sono osservate ulteriori ingerzioni di specie antropofile quali ad esempio *Amaranthus retroflexus*, *Lycopersicon esculentum*, *Digitaria sanguinea*, *Chenopodium album*, *Heliotropium europaeum*, *Erigeron bonariensis* e igroneurofile. Il totale dell'habitat 3130 prosciugato e sostituito è di circa il 60%. Mentre le praterie di *Chara*, che occupavano le zone permanentemente inondate, sono apparse quasi completamente scomparse.

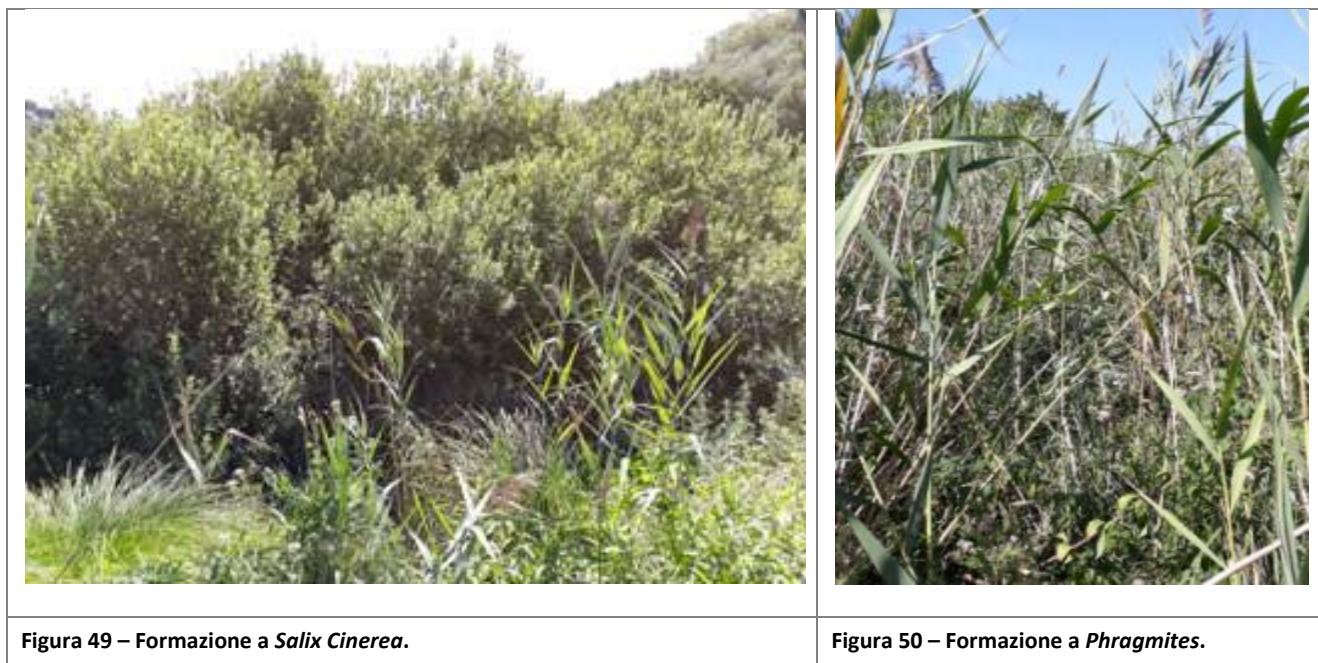
#### **7.1.5.4 Punto di osservazione 4 - Località Pantane e Punto di osservazione 7 - Pantane rive**

I sopralluoghi nella zona delle Pantane hanno evidenziato una buona seriazione della vegetazione palustre. Quest'area, anche se parzialmente trasformata, conserva ancora resti della vegetazione autoctona originaria del lago ([Figura 48](#)). La conservazione di tale mosaico vegetazionale ricco e articolato è fondamentale per garantire gli habitat necessari ai vari stadi vitali dell'avifauna, considerato che il suo mantenimento è strettamente correlato con la presenza di importanti specie di uccelli segnalate per il SIC IT6030010 ([Presti et al., 2004](#)).



**Figura 48 – Modello di zonazione vegetazionale delle Pantane.** 1. *Phragmitetum vulgaris*; 2. *Iridetum pseudacori*; 3. *Caricetum paniculatae*; 4. *Cirsio triumphetti-Salicetum cinereae solanetosum dulcamarae*; 5. Ontaneta afferente all'*Alnion glutinosae* (da [Presti et. al., 2004](#)).

Nel corso dei sopralluoghi sono stati esaminati in particolare i saliceti, i canneti e i cariceti: mentre i saliceti a *Salix cinerea* sono apparsi in buone condizioni anche nel sopralluogo del 25 agosto ([Figura 49](#)), il canneto a *Phragmites* ([Figura 50](#)) e i cariceti a *Carex paniculata* hanno evidenziato un peggioramento della situazione di sofferenza, con una percentuale di esemplari dissecati intorno al 30% del totale.



**Figura 49 – Formazione a *Salix Cinerea*.**

**Figura 50 – Formazione a *Phragmites*.**

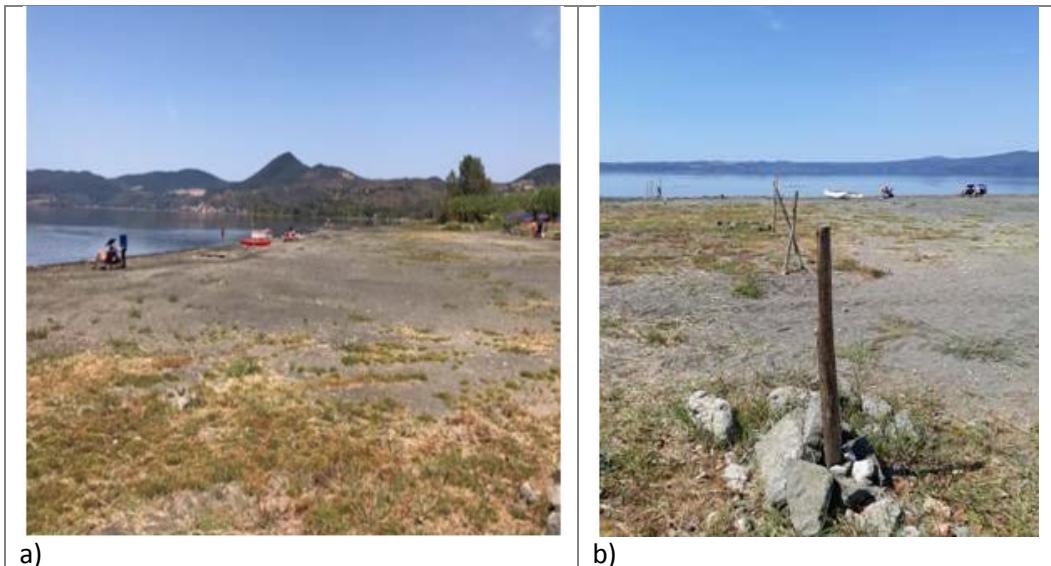
Inoltre nella spiaggia presso Pantane (punto 7) l'avanzamento della linea di riva raggiunge i 35 metri, rispetto alle condizioni osservate negli anni precedenti, in buona parte a scapito degli habitat 3130 e 3140. In particolare il 18 settembre si è osservata una diminuzione dell'habitat 3130 di circa il 60%, sostituito da specie igronitrofile come *Persicaria lapathifolia* e *Bidens frondosa* e antropiche come *Cynodon dactylon*, *Echinochloa crus-galli*, *Portulaca oleracea*, *Erigeron bonariensis* con locali ricrescite di *Populus nigra*.



**Figura 51 – Invasione di *Populus nigra* in sostituzione dell'habitat 3130 - Località Pantane (ISPRA, sopralluogo del 18 settembre 2017).**

#### **7.1.5.5 Punto 5 - Spiaggia Società Agricola Riva di Polline**

In questa zona a lieve declivio, l'arretramento dell'habitat 3130 (a *Juncus* e *Eleocharis*) è stato di circa 20 metri rispetto agli anni 2014–2015, mentre per l'habitat 3140 (praterie a *Chara*) si è osservata una perdita di una fascia di circa 13 metri. L'arretramento subito dalla linea di costa rispetto al 2014–2015 ben evidenziato in [\*\*Figura 52\*\*](#) è piuttosto marcato (circa 30 m).



**Figura 52 – Spiaggia in località Riva di Polline (a); il palo in primo piano in (b) segnala la vecchia linea di costa nel 2014–2015.**

In corrispondenza delle porzioni occupate in precedenza dall'habitat 3130 si è riscontrata una conspicua rigenerazione di *Populus nigra* ([Figura 53](#)).



**Figura 53 – L'area della vecchia linea di costa con habitat 3130 colonizzata da *Echinochloa crus-galli* e plantule di *Populus nigra* – Località Riva di Polline (ISPRA, sopralluogo del 25 agosto 2017).**

A testimonianza dell'abbassamento dei livelli del lago, è significativa l'emersione di formazioni a *Scirpus lacustris*, un tempo componente della fascia a elofite, ora perduta a causa dell'antropizzazione del lago ([Figura 54](#)).



**Figura 54 – Tratto di costa caratterizzato da *Scirpus lacustris* in emersione (ISPRA, sopralluogo del 25 agosto 2017).**

#### **7.1.5.6 Punto 6 - Località Pizzo Prato**

Il sito è caratterizzato dalla presenza di numerose condotte per la captazione dell'acqua del lago, alcune visibilmente inattive. In quest'area si è avuto un arretramento delle rive del lago di circa 20÷25 metri rispetto a quanto osservato negli anni 2014–2015. Si tratta di uno dei principali siti di *Isoetes sabatina*, che vegeta in ambiti a mosaico tra gli habitat 3130 e 3140; nel sito i popolamenti di *Isoetes* sono attualmente quasi completamente asciutti. Questo mosaico ([Figura 55](#)), che si accresceva in precedenza fino a circa 2 metri di profondità, ha perso circa 10 metri di estensione rispetto agli anni 2014–2015.



**Figura 55 – Popolamenti a *Isoetes sabatina* per la maggior parte emersi e in via di disseccamento (ISPRA, sopralluogo del 25 agosto 2017).**

Nel corso dei rilevamenti effettuati il 18 settembre 2017, si è osservata una riduzione dell'habitat 3130 dell'ordine del 30%, per una fascia di circa 20 metri; esso, inoltre, è stato sostituito da specie igronitrofile e antropofile. Infine, sono stati osservati ([Figura 56](#)) ulteriori spiaggiamenti di *Potamogeton* spp. (habitat 3150) e *Chara* spp. (habitat 3140). L'arretramento della linea di costa ha raggiunto una lunghezza stimata tra 45 e 48 metri.



**Figura 56 – Significativo arretramento dell'habitat 3140 in località Pizzo Prato, dove sono visibili ingenti quantità di *Chara* in disseccamento. Tale fenomeno ha colpito in maniera rilevante anche le specie ascrivibili all'habitat 3150 (*Potamogeton* spp.).**

#### **7.1.5.7 Punto 8 - Spiaggia di Vigna di Valle**

Si tratta di un'area a vocazione turistica priva di emergenze naturalistiche. Durante il sopralluogo del 18 settembre è stato misurato un arretramento della linea di riva di oltre 50 m ([Figura 57](#)) che ha portato all'emersione di una fascia limosa non particolarmente adatta alla balneazione.



Figura 57 – Arretramento della spiaggia a Vigna di Valle ed emersione delle formazioni limose.

#### 7.1.5.8 Punto 9 – Località La Marmotta

Il sito esaminato si colloca nell'area del lago in cui sorge l'impianto di captazione dell'ACEA. Nella zona costiera sono stati osservati significativi spiaggiamenti di *Potamogeton* spp. ([Figura 58](#)) probabilmente provenienti da praterie sommerse in corso di disseccamento o disarticolamento a causa delle mutate condizioni di luminosità e profondità delle acque.



Figura 58 – Esemplari di *Potamogeton perfoliatus* spiaggiati in località “La Marmotta” (ISPRA, sopralluogo del 18 settembre 2017).

Si è osservato, inoltre, un notevole arretramento della linea di riva con conseguente prosciugamento dell'area e moria degli individui caratterizzanti l'habitat 3130 sostituito da plantule di specie arboree (*Salix alba*, *Populus nigra*) e arbustive (*Tamarix gallica*) e altre specie antropofile di scarso pregio.

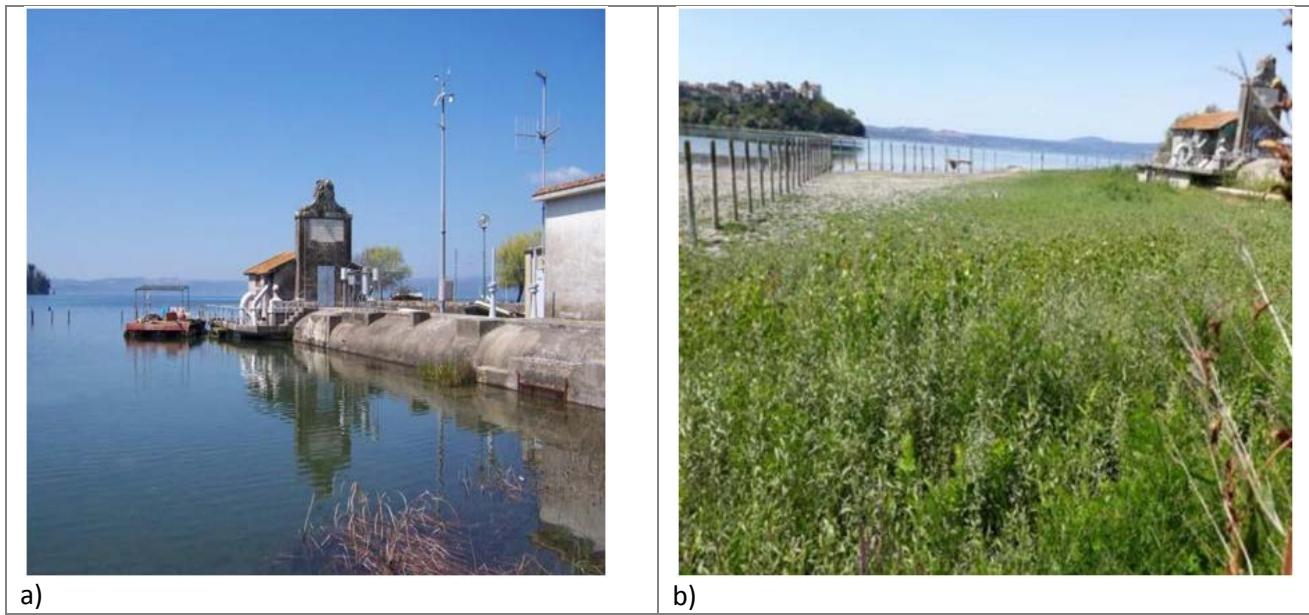


Figura 59 – Livello del lago nei pressi dell'idrovora ACEA di Castello Vici, in località “La Marmotta”: a) nell’aprile 2006 (Ente Parco) e b) nell’agosto 2017 (ISPRA).

## 8 CONSIDERAZIONI FINALI E RACCOMANDAZIONI

I sopralluoghi effettuati tra luglio e settembre 2017 hanno evidenziato la riduzione, il degrado e la perturbazione degli habitat 3130, 3140, 3150 e 92A0.

Tali habitat hanno fortemente risentito degli effetti della riduzione continua dei livelli idrometrici del lago. Pertanto ai sensi del *Report on Implementation Measures (Article 17, Habitats Directive)* sono per essi richieste misure per mitigare o eliminare le minacce allo stato di conservazione riconducibili alla categoria “J02: human induced changes in hydraulic conditions”.

In particolare, al 18 settembre 2017, l’habitat 3130 era in emersione nel 90% dei siti indagati, risultando sostituito in alcune stazioni per i 2/3 da vegetazione antropofila e igronitrofila. L’habitat 3140 aveva ridotto la sua estensione di almeno il 20%, in parte essicinandosi completamente, in parte secondo i dati forniti dall’Ente Parco ([2017](#)) riducendo la profondità di chiusura della vegetazione che è passata dai -19 ÷ -25 m misurati nel 2010 ai -16,5 ÷ -18,5 m attuali, con un arretramento generalizzato tra i 20 e i 50 metri lineari (misurati su campo) dovuti all’avanzamento della linea di costa. Analoghe percentuali si possono stimare per l’habitat 3150. L’habitat 92A0 si mostrava in disseccamento, con percentuali fino al 60% per *Salix alba* e fino al 20% per *Alnus glutinosa*. In tutti i casi sono state accertate cospicue ingerzioni di specie igronitrofile e antropofile. Inoltre, come mostrato dalla [\*\*Figura 60\*\*](#), sono stati ritrovati numerosi gusci spiaggiati di molluschi appartenenti al genere *Bythinia*. Tale moria potrebbe essere stata indotta dalla sottrazione dell’habitat elettivo di tale specie, a seguito della continua diminuzione del livello del Lago.



**Figura 60 – Gusci spiaggiati di molluschi del genere *Bythinia*.**

La scomparsa di habitat, infatti, ha come conseguenza la perdita di organismi che in questi habitat trovano rifugio, cibo e luogo di riproduzione. Particolare attenzione dovrà essere quindi rivolta al monitoraggio e ai censimenti invernali di gennaio 2018 dell'avifauna acquatica, che dovranno consentire la valutazione degli effetti delle criticità climatiche estive in particolare sulle popolazioni di Fistone turco (*Netta rufina*), per la quale Bracciano rappresenta uno dei capisaldi nazionali.

Come sopra detto, nel corso dei sopralluoghi sono state riscontrate ingenti quantità di macrofite in decomposizione in particolare di *Characeae* spiaggiate lungo le sponde lacustri. Si ritiene opportuno provvedere alla rimozione di tale biomassa vegetale dalle sponde, al fine di evitare che, per effetto di successivi eventi di pioggia intensi o di lunga durata e l'innalzamento del livello idrometrico, tale materiale sia re-immesso nel lago compromettendo la qualità delle acque.

In sintesi, la gravità dell'attuale stato di conservazione di alcuni habitat presenti nella ZCS/ZPS in cui ricade il lago, richiede che si pongano in essere adeguate misure di conservazione atte a evitare un'ulteriore compromissione degli habitat stessi. Poiché la concessione d'uso della risorsa idrica (D.M. 16 giugno 1990) è avvenuta antecedentemente alla designazione del SIC/ZSC e della ZPS (D.G.R. 2146/96), non possono essere previste misure di mitigazione e compensazione, previa Valutazione di Incidenza, come previsto dall'art. 6 della Direttiva Habitat. Tuttavia, potrebbero essere previste misure di recupero dello stato degli habitat interferiti e/o una Valutazione d'Incidenza in caso vi fosse una modifica delle captazioni idriche rispetto a quelle stabilite dalla concessione d'uso sopra citata.

Inoltre, si rileva che, ai fini degli adempimenti previsti dall'art. 6.2 della Direttiva Habitat per le ZSC, le "Misure di conservazione del SIC IT6030010 "Lago di Bracciano" a Zona Speciale di Conservazione" (BUR Regione Lazio n. 34 Suppl. n. 2 del 28/04/2016) citate nel **par. 6**, che prevedono il divieto di danneggiamento della vegetazione acquatica sommersa e semisommersa degli habitat 3150, 3140, 3130 e dell'habitat 92A0, devono essere considerate nella gestione che interessa il corpo idrico e gli habitat connessi del Lago di Bracciano.

Le attuali conoscenze e i sistemi di monitoraggio non sono in grado di fornire un quadro diagnostico atto a garantire una gestione adattiva della risorsa idrica e la tutela dei corpi idrici e degli ecosistemi da essi dipendenti, richieste dalla normativa vigente.

Occorre dunque caratterizzare il sistema fisico superficiale e sotterraneo, necessario a costruire un modello concettuale di bilancio idrico fisicamente basato, e le pressioni esercitate su di esso (prelievi, immissioni, etc.), anche al fine di indirizzare la definizione della rete di monitoraggio quantitativo. La rete dovrà raccogliere dati meteoclimatici (precipitazioni e temperature), idrologici (livelli lacustri e portate dell'emissario) e idrogeologici (livelli piezometrici e portate delle sorgenti).

Attualmente non si conosce lo stato quantitativo del corpo idrico sotterraneo, che misura lo stato della ricarica rinnovabile della falda di cui il lago è affioramento; non ci sono misure sistematiche delle portate sull'emissario del lago (Arrone) e l'unico idrometro relativo al livello lacustre e operativo da un tempo sufficientemente lungo tale da permettere valutazioni statisticamente robuste è quello dell'ACEA. Si sottolinea inoltre che l'unica batimetria disponibile, necessaria per valutare i volumi lacustri e collegarli ai livelli, nonché ad orientare il monitoraggio quali-quantitativo, risale al 1969 con evidente necessità di aggiornamento. Infine, non sono disponibili i dati sui prelievi dal lago e dai corpi idrici collegati che sono essenziali per la stima del bilancio idrico e per informare l'analisi delle pressioni, analisi che potrebbe evidenziare come significative proprio le pressioni di tipo quantitativo. Occorrerà procedere al monitoraggio quantitativo in continuo per valutare l'alterazione dei parametri idro-morfologici e accompagnare al monitoraggio chimico-fisico quello biologico (fitoplancton, benthos, fauna ittica) che non è attualmente effettuato, impostando e se del caso riformulando la rete di monitoraggio ambientale del lago (e dei corpi idrici collegati). Ciò consentirebbe anche di approfondire le complesse relazioni che intercorrono tra livelli idrici e stato degli habitat e di stabilire modalità e tipologia delle eventuali azioni di recupero e tutela degli habitat stessi.

Dalle elaborazioni effettuate mediante il bilancio idrologico preliminare del lago di Bracciano a scala mensile dal gennaio 2007 all'agosto 2017 è emersa chiaramente una notevole influenza di tutti i prelievi sul livello del lago. I prelievi degli anni precedenti hanno un'evidente influenza sui livelli attuali. Si è costatato altresì che nei periodi siccitosi in cui l'afflusso totale al lago è trasformato quasi interamente in evaporazione dallo specchio liquido non viene mantenuta la condizione di equilibrio del lago a causa dell'aumento dei prelievi. È necessario, comunque, approfondire l'analisi e disporre di stime attendibili soprattutto per quanto riguarda i prelievi diffusi da pozzi e la caratterizzazione del complesso fenomeno dell'alimentazione del lago da parte delle acque sotterranee.

## 9 BIBLIOGRAFIA

- APAT, 2007. Protocollo per il campionamento e l'analisi di fitoplancton in ambiente lacustre, 17 pp.
- Azzella M.M., 2012. Flora, vegetazione e indicatori macrofitici dei laghi vulcanici d'Italia Tesi di dottorato XXIV Ciclo, Università degli Studi di Roma La Sapienza, Scuola di Dottorato in Scienze Ecologiche.
- Azzella M.M. 2014. Italian Volcanic lakes: a diversity hotspot and refuge for European charophytes. *J. Limnol.*, **73(3)**, 502–510. DOI: 10.4081/jlimnol.2014.950.
- Azzella M. M., Ragogna F., 2011. Notulae alla checklist. Isoetes echinospora. *Informatore Botanico*, **43(1)**, 125.
- Barbanti L., Carollo A., 1969. Batimetria e geomorfologia dei Laghi Sabatini (Bracciano, Martignano, Monterosi). *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, **25**, 161–196.
- Boni M.R., Rossi A., D'Amato E., Sappa G., Ferranti F., 2017. Dipartimento di Ingegneria Civile Edile e Ambientale dell'Università la Sapienza di Roma, per conto di ACEA, 2017. Il lago di Bracciano come risorsa idropotabili: gli aspetti ecologici e idrogeologici. Conseguenze ambientali dovute al mantenimento dei prelievi. Relazione preliminare di luglio 2017 Dip. Di Ingegneria Civile Edile e Ambientale dell'Università la Sapienza di Roma. Responsabile scientifico: Prof.ssa M.R. Boni.
- Braca G., Bussetti M., Lastoria B., Mariani S., 2013. Linee guida per l'analisi e l'elaborazione statistica di base delle serie storiche di dati idrologici, Manuali e linee guida ISPRA, 84/2013. ISBN: 978-88-448-0584-5.
- Braca G., Ducci D., 2017. Development of a GIS based procedure (BIGBANG 1.0) for evaluating groundwater balances at National scale and comparison with groundwater resources evaluation at local scale, Proc. Congress on Groundwater and Global Change in the Western Mediterranean, 6–9 November 2017, Granada, Spain, In stampa.
- Capelli G., Mazza R., Gazzetti C., 2005. *Strumenti e strategie per la tutela e l'uso compatibile della risorsa idrica nel Lazio – Gli acquiferi vulcanici*. Quaderni di Tecniche di Protezione Ambientale, 78. Pitagora Editrice, 2005.
- Dragoni W., Valigi D., 1994. Contributo alla stima dell'evaporazione dalle superfici liquide nell'Italia Centrale. *Geologica Romana*, **30**, 151–158.
- Dragoni W., Piscopo V., Di Matteo L., Gnucci L., Leone A., Lotti F., Melillo M., Petitta M., 2006. Risultati del progetto di ricerca PRIN “laghi 2003-2005”. *Giornale di Geologia Applicata*, **3**, 39–46.
- Ente Parco Regionale Bracciano-Martignano, 2009. Piano di gestione e misure di conservazione per la gestione della ZPS IT6030085 Bracciano-Martignano e SIC annessi, maggio 2009.
- Ente Parco Regionale Bracciano-Martignano, 2017. Relazione preliminare sullo stato di conservazione della ZSC IT6030010 – LAGO DI BRACCIANO Nel Parco Naturale Regionale di Bracciano e Martignano, agosto 2017.
- ISPRA, 2011. Contributi per la tutela della biodiversità delle zone umide. Serie Rapporti ISPRA, 153/2011.
- ISPRA, 2014. Specie e habitat di interesse comunitario in Italia: distribuzione, stato di conservazione e trend. Serie Rapporti ISPRA, 194/2014.

Mastrantuono L., Solimini A.G., Nöges P., Bazzanti M., 2008. Plant-associated invertebrates and hydrological balance in the large volcanic Lake Bracciano (Central Italy) during two years with different water levels. *Hydrobiologia*, **599**, 143–152.

Medici F., 2007. Laghi Albano e di Bracciano: bilancio idrico e valutazione dei prelievi. SIGEA Anno XV n. 2

Musmeci F., Correnti A., 2002. Elementi per il bilancio idrico del Lago di Bracciano. Progetto Life02 Env/it/000111 New Toscana.

Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali – Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, 1999. *Superficie dei bacini idrografici del Compartimento di Roma*. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, gennaio 1999.

Presti G., Di Filippo C., Blasi C., 2004. La vegetazione igrofila del Monumento Naturale Pantane e Lagusiello (Lazio centrale). *Informatore Botanico Italiano*, **36 (2)**, 401–408.

Provincia di Roma e ARPA Lazio, 2007. Quarto Rapporto sulla qualità delle acque superficiali e sotterranee della provincia di Roma.

Taviani S., Henriksen H. J., 2015. The application of a groundwater/surface-water model to test the vulnerability of Bracciano Lake (near Rome, Italy) to climatic and water-use stresses. *Hydrogeology Journal*, **23**, 1481–1498.

Thornthwaite C.W., Mather J.R., 1955. The water balance. Laboratory of Climatology, 8, Centerton NJ.

Troia A., Azzella M.M., 2013. *Isoetes sabatina* (Isoetaceae, Lycopodiophyta), a new aquatic species from central Italy. *Plant Biosystems*, **147**, 1052–1058. DOI: 10.1080/11263504.2013.782902.

Winter T.C., 1981. Uncertainty in Estimating the Water Balance of Lakes. *Journal of the American Water Resources Association*, **17(1)**, 82–115.