

LA QUALITÀ DELLE ACQUE DEI LAGHI TRASIMENO E PIEDILUCO

In relazione alle loro caratteristiche ecologiche e ambientali il Lago Trasimeno e il Lago di Piediluco sono oggetto da anni di una complessa serie di attività di controllo della qualità delle acque per due diverse finalità:

- Qualità ambientale (DIR/2000/60/CE e D.Lgs. 152/06)
- Qualità per specifica destinazione (DIR 2006/7/CE e D.Lgs. 116/08)

Di seguito una sintesi delle principali attività svolte dall'Agenzia nei due specchi d'acqua e dei relativi risultati. Per tutti i dettagli è possibile consultare il portale dell'Agenzia alla pagina <http://www.arpa.umbria.it/pagine/acque-superficiali>.

LAGO TRASIMENO

Il lago Trasimeno, con i suoi 124 km² di superficie e i suoi 53 km di sviluppo spondale (corrispondenti alla quota di invaso di 258 m s.l.m.) rappresenta il quarto lago italiano ed il primo dell'area peninsulare. Al suo interno sono presenti tre isole (Polvese, Maggiore e Minore), che ricoprono una superficie totale di circa 1 km². Il lago è caratterizzato da acque poco profonde con massimi di pochi metri e sponde con pendenze minime. Il volume delle sue acque, in condizioni idrologiche normali, è circa 590 Mm³.

Il bacino naturale presenta una superficie di circa 306 km² quasi interamente ricadente in territorio umbro.

La morfologia è prevalentemente collinare, con aree pianeggianti di modesta estensione localizzate in prossimità dello specchio lacustre nella porzione occidentale del bacino.

L'idrologia del lago, chiuso e senza immissari naturali significativi, è sempre stata fortemente dipendente dall'andamento pluviometrico. Nella sua storia infatti il lago è stato soggetto a ripetuti fenomeni di impaludamento in periodi di crisi idrica e ad esondazioni in periodi particolarmente piovosi. Tali fenomeni hanno richiesto l'intervento dell'uomo per la regimazione delle sue acque, con l'ampliamento artificiale del bacino da una parte e la realizzazione di un emissario dall'altra.

I trend pluviometrici negativi degli anni recenti, hanno fortemente condizionato l'ecosistema lacustre, concentrando sul lago gli impatti derivanti dal carico civile e dalle attività antropiche tipiche dell'area, quali agricoltura, zootecnia, turismo. Negli ultimi due anni, caratterizzati da apporti meteorici significativi, si è assistito ad un progressivo recupero del livello idrometrico fino al raggiungimento della quota di sfioro.

Per la sua importanza naturalistica e ambientale e per le sue caratteristiche idromorfologiche peculiari, l'area del Trasimeno è soggetta a numerosi vincoli ambientali. E' infatti individuata come: corpo idrico significativo da sottoporre al controllo della qualità ambientale (DIR 2000/60/CE), area destinata alla balneazione (DIR 2006/7/CE), area sensibile a rischio di eutrofizzazione (DIR 91/271/CE), zona vulnerabile ai nitrati di origine agricola (DIR 91/676/CE), area parco (LR 394/91) e Zona Speciale di Conservazione (DIR 92/43/CE).

Questo complesso sistema di vincoli coinvolge l'intero sistema idrografico ed idrogeologico del lago, condizionando in misura sostanziale la pianificazione di settore e indirizzando le attività di monitoraggio e controllo.

La qualità delle acque superficiali

In attuazione della Direttiva 2000/60 il Lago è stato individuato come corpo idrico lacustre appartenente al tipo ME-1 (Laghi mediterranei polimittici calcarei e poco profondi) e classificato nella categoria "a rischio" di raggiungimento degli obiettivi.

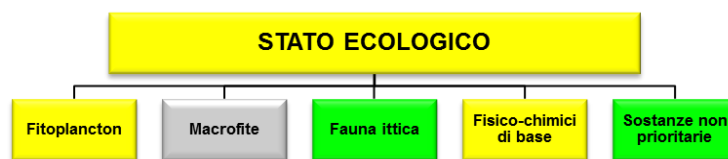
Nel periodo 2008-2012 il Trasimeno è stato monitorato per la rilevazione di una serie di elementi di qualità biologica (fitoplancton, macrofite acquatiche e fauna ittica) e per la determinazione dei parametri chimico-fisici di base e dei microinquinanti di sintesi prioritari e non prioritari, come descritto di seguito:

- Il monitoraggio del *fitoplancton* viene effettuato annualmente con frequenza bimestrale presso due siti di monitoraggio, uno localizzato a centro lago (TRS30), nell'area di maggior profondità, l'altro in un'area di particolare pregio naturalistico, "l'Oasi La valle", nella parte sud-orientale del lago (TRS35). Il monitoraggio prevede la raccolta di campioni integrati negli strati superficiali dello specchio d'acqua (zona eufotica) e la successiva osservazione al microscopio per l'identificazione delle specie e il calcolo del biovolume algale.
- Nel corso del 2010 è stato effettuato il campionamento della *comunità macrofita* secondo le metodiche di campionamento messe a punto a scala nazionale. Nel corso di queste complesse ed articolate attività di rilievo in campo (392 rilievi in 98 punti, distribuiti in 3 siti e 18 transetti per un totale di 15 specie rilevate) è stato effettuato il riconoscimento della comunità macrofita ed è stata valutata per ciascun punto di prelievo la frequenza delle specie presenti.

- Il monitoraggio della *fauna ittica* è stato condotto nel corso del 2012 dalla Regione Umbria, in collaborazione con il Dipartimento di Biologia Ambientale dell'Università di Perugia. La rilevazione della fauna ittica lacustre è stata effettuata mediante l'utilizzo dell'elettropesca in zona litorale e di reti branchiali multimaglia (RBM) nell'area pelagica, come previsto dalle metodiche nazionali. In totale sono state campionate 60 stazioni divise in tre zone, per ciascuna delle quali è stato effettuato il riconoscimento delle specie e la valutazione della struttura della popolazione.
- A sostegno del giudizio derivante dagli elementi biologici, la Direttiva prevede il monitoraggio di parametri *chimico-fisici di base*, quali ossigeno disciolto, fosforo e trasparenza. Questi parametri vengono determinati nel lago Trasimeno con frequenza bimestrale, contestualmente alla determinazione del fitoplancton, negli stessi due punti di prelievo: nel sito TRS30 il campionamento viene effettuato a tre diverse profondità (in superficie, a metà e in profondità), mentre nel sito TRS35 solo in superficie.
- Lungo la colonna d'acqua viene invece effettuata con frequenza mensile la determinazione delle principali *sostanze di sintesi prioritarie e non prioritarie* individuate in base all'analisi delle pressioni (metalli).

Tutti i dati raccolti nel primo ciclo di monitoraggio sono stati utilizzati per la valutazione dello stato ecologico e chimico del lago.

Per quanto riguarda lo stato ecologico, la valutazione è stata effettuata sulla base dei dati raccolti per i seguenti elementi di qualità: fitoplancton, fauna ittica, elementi fisico-chimici di base e elementi chimici a sostegno (sostanze non prioritarie).



Il corpo idrico risulta classificato in STATO ECOLOGICO SUFFICIENTE, determinato dal fitoplancton e dagli elementi fisico-chimici di base. In particolare:

- La comunità fitoplanctonica rilevata nel sito TRS30 (centro lago) classifica complessivamente il lago Trasimeno in uno stato di qualità sufficiente e non presenta variazioni di classe nell'intero periodo. L'analisi dei vari subindici calcolati (clorofilla media annua, biovolume medio annuo, indice di composizione della comunità) mostra una sostanziale concordanza tra i giudizi derivanti dai vari parametri oggetto di valutazione.
- Per le macrofite, gli indici di classificazione previsti dalla norma non trovano applicazione per i laghi mediterranei; di conseguenza, i dati raccolti non sono stati utilizzati per la classificazione di questo bioindicatore.
- Per la fauna ittica, la prima classificazione attribuisce al corpo idrico qualità buona; va tuttavia rilevato che il valore dell'indice calcolato per il lago Trasimeno è prossimo alla soglia di passaggio con la classe sufficiente.
- Per gli elementi fisico-chimici di base il corpo idrico viene classificato in stato sufficiente, determinato dai valori dei parametri trasparenza e fosforo totale. L'ossigeno disciolto, invece, non ha mai evidenziato criticità particolari.
- Le sostanze non prioritarie, seppur presenti in tracce, sono risultate sempre in concentrazioni inferiori agli standard di qualità ambientale di cui alla tabella 1/B del DM 260/2010, attribuendo al corpo idrico uno stato degli elementi chimici a sostegno buono.

Per quanto riguarda lo stato chimico, le concentrazioni delle sostanze prioritarie monitorate, benché saltuariamente superiori ai limiti di rilevabilità analitica, sono risultate sempre inferiori agli standard di qualità ambientale di cui alla tabella 1/A del DM 260/2010 e il corpo idrico viene quindi classificato in **STATO CHIMICO BUONO**.

Dal 2013 è stato avviato il nuovo triennio di monitoraggio (2013-2015), al termine del quale saranno disponibili valutazioni aggiornate dello stato ecologico e chimico del corpo idrico. L'analisi preliminare dei dati chimico-fisici raccolti in questo primo biennio mostra una sostanziale invarianza del giudizio di qualità complessivo, seppur con una lieve riduzione del tenore medio di fosforo totale.

La qualità delle acque di balneazione



Nel lago Trasimeno sono individuate **15 aree di balneazione** e sono stati definiti tre differenti programmi di monitoraggio:

- ordinario
- integrativo
- sorveglianza algale.

Il programma di monitoraggio ordinario prevede la rilevazione mensile, nel corso della stagione balneare (periodo 1 maggio-30 settembre), di due parametri batteriologici rappresentativi dei fenomeni di contaminazione microbiologica delle acque (*Escherichia coli* ed Enterococchi intestinali) e di parametri ambientali (temperatura dell'aria e dell'acqua, intensità e direzione del vento, moto ondoso, condizioni meteorologiche).

Il superamento dei valori limite fissati per i parametri microbiologici determina il divieto temporaneo di balneazione.

Per la gestione delle situazioni di rischio derivanti da attività antropiche (scarichi o altre fonti di inquinamento puntuale), che sono state individuate per ciascuna area in fase di elaborazione dei "profili di balneazione", è prevista anche l'esecuzione di un monitoraggio integrativo che si attiva in caso di allerta:

Allerta di tipo 1 - *Interruzione di funzionamento di una stazione di sollevamento della rete fognaria o degli impianti di depurazione*

Allerta di tipo 2 - *Attivazione degli scolmatori di piena in occasione di eventi meteorici significativi*

Infine, in considerazione delle caratteristiche ecologiche particolari del Lago Trasimeno, nelle acque di balneazione individuate in questo specchio lacustre viene attuato annualmente uno specifico programma di sorveglianza algale, finalizzato al controllo dei fenomeni di proliferazione di specie potenzialmente produttrici di tossine e alla ricerca delle eventuali tossine prodotte. Il programma di sorveglianza algale prevede il riconoscimento e conteggio delle specie algali potenzialmente tossiche e la determinazione analitica delle tossine da parte dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale.

I risultati delle analisi microbiologiche effettuate nella stagione balneare 2014 sono stati utilizzati per valutare non solo l'idoneità all'uso ricreativo delle acque, ma anche il conseguimento degli specifici obiettivi di tutela ambientale previsti per le acque di balneazione. Al termine del 2014 tutte le aree di balneazione sono risultate in qualità "**eccellente**". Relativamente alla sorveglianza algale, le analisi effettuate nel 2014 hanno evidenziato un progressivo aumento nel periodo estivo di specie algali potenzialmente tossiche, ma nessuna traccia di tossine.

*Per quanto riguarda la **stagione balneare in corso** (maggio-settembre 2015), le analisi effettuate finora evidenziano una conformità all'uso balneare di tutte le aree e l'assenza di criticità associate a fenomeni di contaminazione microbiologica o presenza di tossine.*

I risultati del monitoraggio vengono costantemente aggiornati nel Portale Acque del Ministero della Salute e nel Portale dell'Agenzia (<http://www.arpa.umbria.it/pagine/balneazione-lago-trasimeno>). Da quest'anno è possibile scaricare dal Portale dell'Agenzia la APP "Laghi Umbri" per la consultazione in tempo reale dei risultati analitici relativi alle aree di balneazione.

LAGO PIEDILUCO

Il Lago di Piediluco rappresenta il terzo lago della regione per estensione. Lo specchio lacustre, caratterizzato da una forma allungata e da varie diramazioni, occupa una superficie pari a 1,7 km² e ha un perimetro di 15 km.

La profondità media è di circa 10 metri e quella massima di poco inferiore ai 20 metri. In condizioni di massimo invaso, corrispondente alla quota di 369 m s.l.m., il lago presenta una capacità di poco superiore a 17 Mm³, che scende a meno di 15 Mm³ alla quota di minimo invaso, 367.5 m s.l.m..

Il bacino imbrifero naturale si estende su una superficie di 74 km². L'unico immissario naturale è rappresentato dal fosso di Leonessa, che si immette nel lago nell'area orientale, in corrispondenza del corpo idrico Piediluco 2. L'apporto idrico maggiore proviene tuttavia dall'ampliamento del bacino legato allo sfruttamento idroelettrico. Nel 1924, infatti, è stata costruita sul fiume Velino, a monte della cascata delle Marmore, una diga mobile ed è stato realizzato un canale artificiale di circa 400 metri (ampliato e rettificato intorno agli anni '70 in occasione dell'entrata in funzione della centrale di Monte Sant'Angelo) che collega la parte occidentale del lago con il Velino. La diga regola il deflusso delle acque del Velino verso le centrali idroelettriche di Galleteo e Monte Sant'Angelo; in tal modo, il lago di Piediluco funziona da vero e proprio bacino di ritenuta, mentre il fiume Velino agisce alternativamente da immissario o da emissario in funzione delle esigenze delle centrali, alimentando il lago nelle ore notturne con circa 10 m³/s. Ciò determina un'oscillazione giornaliera dei livelli idrometrici di qualche decina di centimetri.

Nel 1932, inoltre, sono state deviate nel lago le acque del fiume Nera e parte di quelle dei fiumi Corno e Vigi attraverso il canale del Medio Nera, che alimenta il lago per l'intera giornata con circa 15 m³/s.

La superficie complessiva del bacino così ampliato ammonta a 2.097 km².

La qualità delle acque superficiali

Per le sue caratteristiche fisiche e idromorfologiche il Lago di Piediluco è stato suddiviso in due corpi idrici distinti: Piediluco 1, corrispondente alla porzione occidentale del lago, più profonda e fortemente influenzata dalla regolazione idroelettrica, e Piediluco 2, comprendente la porzione a lento ricambio del settore orientale e dei bracci meridionali e caratterizzata da minore profondità.

Entrambi i corpi idrici appartengono al tipo ME-2 (Laghi mediterranei non polimittici con profondità media <15m) e sono classificati "a rischio" di raggiungimento degli obiettivi.

Nel periodo 2008-2012 i due corpi idrici sono stati monitorati per la rilevazione di una serie di elementi di qualità biologica (fitoplancton, macrofite acquatiche e fauna ittica) e per la determinazione dei parametri chimico-fisici di base e dei microinquinanti di sintesi prioritari e non prioritari, come descritto di seguito:

- Il monitoraggio del *fitoplancton* viene effettuato annualmente con frequenza bimestrale presso i due siti di monitoraggio, rappresentativi dei due corpi idrici (PIE8 e PIE9). Il monitoraggio prevede la raccolta di campioni integrati negli strati superficiali dello specchio d'acqua (zona eufotica) e la successiva osservazione al microscopio per l'identificazione delle specie e il calcolo del biovolume algale.
- Nel corso del 2010 è stato effettuato il campionamento della *comunità macrofittica* di Piediluco secondo le metodiche di campionamento messe a punto a scala nazionale. Nel corso di queste complesse ed articolate attività di rilievo in campo (5 siti e 27 transetti per un totale di 17 specie rilevate) è stato effettuato il riconoscimento della comunità macrofittica ed è stata valutata per ciascun punto di prelievo la frequenza delle specie presenti.
- Il monitoraggio della *fauna ittica* è stato condotto nel corso del 2012 dalla Regione Umbria, in collaborazione con il Dipartimento di Biologia Ambientale dell'Università di Perugia. La rilevazione della fauna ittica lacustre è stata effettuata mediante l'utilizzo dell'elettropesca in zona litorale e di reti branchiali multimaglia (RBM) nell'area pelagica, come previsto dalle metodiche nazionali. In totale sono state campionate 38 stazioni, per ciascuna delle quali è stato effettuato il riconoscimento delle specie e la valutazione della struttura della popolazione.
- A sostegno del giudizio derivante dagli elementi biologici, la Direttiva prevede il monitoraggio di *parametri chimico-fisici di base*, quali ossigeno disciolto, fosforo e trasparenza. Questi parametri vengono determinati nel lago di Piediluco con frequenza bimestrale, contestualmente alla determinazione del fitoplancton, negli stessi due punti di prelievo e a tre diverse profondità (in superficie, a metà e in profondità).
- Lungo la colonna d'acqua viene invece effettuata con frequenza mensile la determinazione delle principali *sostanze di sintesi prioritari e non prioritari* individuate in base all'analisi delle pressioni (metalli).

Tutti i dati raccolti nel primo ciclo di monitoraggio sono stati utilizzati per la valutazione dello stato ecologico e chimico del lago.

Per quanto riguarda lo stato ecologico, la valutazione è stata effettuata, per entrambi i corpi idrici, sulla base dei dati raccolti nel periodo 2009-2012 per i seguenti elementi di qualità: fitoplancton, fauna ittica, elementi fisico-chimici di base e elementi chimici a sostegno (sostanze non prioritarie).



Entrambi i corpi idrici vengono complessivamente classificati in STATO ECOLOGICO SUFFICIENTE, determinato dal fitoplancton e dagli elementi fisico-chimici di base. In particolare:

- La comunità fitoplanctonica rilevata in entrambi i siti classifica i due corpi idrici in uno stato di qualità buono e non presenta variazioni di classe nel periodo in relazione alla elevata presenza di specie indicatrici caratterizzate da buoni valori trofici. Significativa invece la concentrazione di clorofilla rilevata.
- Per le macrofite, gli indici di classificazione previsti dalla norma non trovano applicazione per i laghi mediterranei; di conseguenza, i dati raccolti non sono stati utilizzati per la classificazione di questo bioindicatore.
- Per la fauna ittica, la prima classificazione attribuisce al corpo idrico qualità sufficiente, determinato dalle caratteristiche di struttura e composizione della popolazione ittica rilevata.
- Per gli elementi fisico-chimici di base il corpo idrico viene classificato in stato sufficiente, equamente determinato dai tre parametri.
- Le sostanze non prioritarie, seppur presenti in tracce, sono risultate sempre in concentrazioni inferiori agli standard di qualità ambientale di cui alla tabella 1/B del DM 260/2010, attribuendo ai corpi idrici uno stato degli elementi chimici a sostegno BUONO.

Per quanto riguarda lo stato chimico, le concentrazioni delle sostanze prioritarie monitorate, benché saltuariamente superiori ai limiti di rilevabilità analitica, sono risultate sempre inferiori agli standard di qualità ambientale di cui alla tabella 1/A del DM 260/2010 e i due corpi idrici vengono entrambi classificati in **STATO CHIMICO BUONO**.

Dal 2013 è stato avviato il nuovo triennio di monitoraggio (2013-2015), al termine del quale saranno disponibili valutazioni aggiornate dello stato ecologico e chimico del corpo idrico. L'analisi preliminare dei dati chimico-fisici raccolti in questo primo biennio mostra una sostanziale invarianza del giudizio di qualità complessivo.

La qualità delle acque di balneazione



Nel lago Piediluco sono individuate **5 aree di balneazione** e sono stati definiti due differenti programmi di monitoraggio:

- ordinario
- integrativo

Anche per Piediluco, il monitoraggio ordinario prevede la rilevazione mensile, nel corso della stagione balneare dei due parametri batteriologici rappresentativi dei fenomeni di contaminazione microbiologica delle acque (*Escherichia coli* ed Enterococchi intestinali) e dei parametri ambientali (temperatura dell'aria e dell'acqua, intensità e direzione del vento, moto ondoso, condizioni meteorologiche).

Il superamento dei valori limite fissati per i parametri microbiologici determina il divieto temporaneo di balneazione.

Per la gestione delle situazioni di rischio derivanti da attività antropiche (scarichi o altre fonti di inquinamento puntuale), che sono state individuate per ciascuna area in fase di elaborazione dei “profili di balneazione”, è prevista anche l’esecuzione di un monitoraggio integrativo che si attiva con le stesse modalità previste per il lago Trasimeno.

I risultati delle analisi microbiologiche effettuate nella stagione balneare 2014 sono stati utilizzati per valutare non solo l’idoneità all’uso ricreativo delle acque, ma anche il conseguimento degli specifici obiettivi di tutela ambientale previsti per le acque di balneazione. Al termine del 2014 tutte le aree di balneazione sono risultate in qualità “**eccellente**”.

*Per quanto riguarda la **stagione balneare in corso**, le analisi effettuate finora evidenziano una conformità all’uso balneare di tutte le aree e l’assenza di criticità associate a fenomeni di contaminazione microbiologica.*

I risultati del monitoraggio vengono costantemente aggiornati nel Portale Acque del Ministero della Salute nel Portale dell’Agenzia (<http://www.arpa.umbria.it/pagine/balneazione-lago-di-piediluco>). Da quest’anno è possibile scaricare dal Portale dell’Agenzia la APP “Laghi Umbri” per la consultazione in tempo reale dei risultati analitici relativi alle aree di balneazione.

GALILEO: IL SISTEMA DI MONITORAGGIO AUTOMATICO DEI LAGHI UMBRI

Nell’ottica di perseguire l’obiettivo di un costante e progressivo miglioramento in materia di monitoraggio, valutazione, vigilanza e controllo delle acque superficiali, Arpa si è impegnata, insieme alla Fondazione Cassa di Risparmio di Perugia, al cofinanziamento del progetto Galileo, che ha portato alla realizzazione del primo drone acquatico a propulsione elettrica costruito in Italia.

Galileo è il primo esempio in Italia di vascello a controllo remoto con funzionalità di navigazione autonoma, corredato di tutta la strumentazione per la navigazione e la sicurezza richieste dal RINA.

È equipaggiato con le migliori strumentazioni selezionate da Arpa Umbria per il campionamento e il controllo dell’acqua dei laghi umbri.

Galileo consente di ottenere le informazioni ambientali in modo automatico senza l’impiego di personale specializzato. Effettuando missioni periodiche e programmate, è in grado di fornire dati sempre aggiornati per le attività di gestione e salvaguardia dei bacini lacustri della regione.

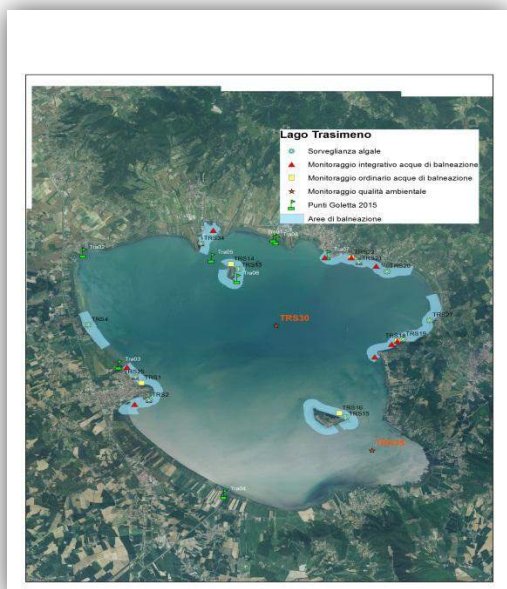
Strumentazione scientifica a bordo

- Termometro aria
- Telecamera di superficie con illuminazione per visione notturna
- Telecamera subacquea
- Termocamera IR con brandeggio a due assi
- Sonda multiparametrica:
 - *Temperatura*
 - *Conducibilità*
 - *pH-RedOx*
 - *Ossigeno Disciolto*
 - *Torbidità*
 - *Clorofilla*
- Campionatore
- Campionatore sterile in grado di prelevare campioni per analisi batteriologiche
- Batimetro
- Ecoscandaglio side e down scan per la scansione dei fondali e successiva ricostruzione in mappe 3D

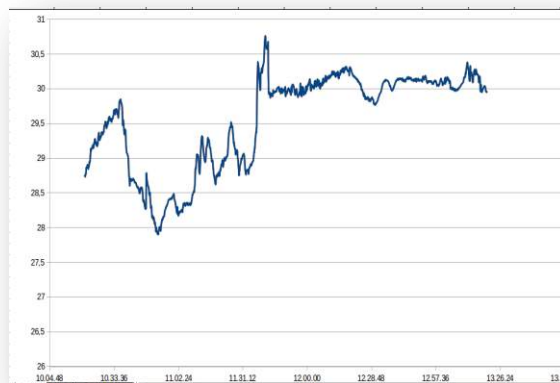
Galileo e Goletta dei Laghi

Mentre Goletta dei laghi prelevava i campioni da terra, Galileo, arrivato nelle acque antistanti la foce del canale che dal depuratore di Tuoro-Passignano arriva al lago, in loc. Le Pedate, ha:

- acquisito l’andamento dei parametri chimico-fisici tramite l’utilizzo della sonda multiparametrica
- memorizzato immagini della sonda con l’utilizzo della termocamera IR



Segnale di acquisizione temporale della variazione del parametro "Temperatura" durante la rotta Passignano darsena Umbria Mobilità – Le Pedate e ritorno.



È possibile rimanere aggiornati sulle attività di monitoraggio effettuate da Galileo collegandosi al sito dell’Agenzia www.arpa.umbria.it (link: <http://www.arpa.umbria.it/pagine/galileo>), dove si potrà anche visualizzare in Real Time una missione in corso.

La stessa possibilità è offerta scaricando dal Portale dell’Agenzia la APP “Laghi Umbri”.