

Lago di Bolsena 2016



Associazione
Lago di Bolsena
volontariato



L'EUTROFIZZAZIONE DEL LAGO DI BOLSENA

Natura 2000 è il principale strumento dell'Unione Europea e dell'Italia per la conservazione della biodiversità. Si tratta di una rete ecologica diffusa su tutto il territorio dell'Unione per garantire il mantenimento degli habitat naturali e delle specie minacciate. Rete Natura 2000 è costituita dai Siti di Interesse Comunitario, fra i quali figura il lago di Bolsena, designato anche Zona Speciale di Protezione per la conservazione degli uccelli selvatici e in seguito Zona Speciale di Conservazione per la protezione degli habitat e delle specie.

La direttiva quadro sulle acque dell'Unione europea (UE), adottata nel 2000 stabiliva per i laghi una classificazione "screening" secondo cinque livelli qualitativi (elevato, buono, sufficiente, mediocre, scarso). Nel 2007 il lago di Bolsena era a livello "sufficiente" e la normativa prescriveva, e ancora prescrive, che tutti i laghi devono migliorare a livello "buono" entro il 2015. Nel 2010 la normativa europea è cambiata e i cinque livelli qualitativi sono stati ridotti a tre (elevato, buono, sufficiente) per cui il lago di Bolsena è passato automaticamente da sufficiente a buono malgrado che il suo stato sia peggiorato.

Nella qualità di associazione ambientalista i nostri interlocutori sono la Regione Lazio e l'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (ARPA). Mentre quest'ultima è l'ente tecnico ufficiale che si limita alla certificazione dello stato ecologico del lago, la Regione Lazio è l'organismo decisionale che legifera e finanzia le opere di tutela. Dato che nei trascorsi anni l'ARPA ha dichiarato "buono" lo stato ecologico del lago, la Regione non è stata sollecitata a prendere provvedimenti correttivi.

L'inserimento del lago di Bolsena fra le Zone Speciali di Conservazione impegnava la Regione Lazio a prescrivere entro il 2013 le misure necessarie a garantire il mantenimento e all'occorrenza il ripristino degli habitat in uno stato di conservazione soddisfacente. La scadenza del 2013 non è stata rispettata e dopo due anni la Commissione Europea ha iniziato una imbarazzante procedura di pre-infrazione. Ad evitare le conseguenti penalità la Regione Lazio ha deliberato nel 2016 alcune misure finalizzate a superare detta procedura.

Nel 2009 la UE aveva finanziato un Piano di Gestione elaborato dall'Università della Tuscia ed altri qualificati collaboratori, coordinato e approvato dalla Provincia di Viterbo, ma la Regione non ritenne necessario adottarlo. Poteva farlo nel 2016 per superare nella sostanza la citata procedura di pre-infrazione, invece ha preferito estrarre da quel piano tre indicazioni di secondaria importanza, che non sono idonee per fermare l'eutrofizzazione in atto. Il nostro principale interlocutore è quindi la Regione Lazio.

Le certificazioni dell'ARPA registrano una situazione statica, mentre per la conservazione e l'eventuale ripristino interessa l'evoluzione nel tempo dello stato ecologico del lago. A nostro parere la situazione sta peggiorando in modo allarmante e non sappiamo se il rapido trend in atto dell'eutrofizzazione sia stato segnalato alla Regione da parte dall'ARPA.

L'Associazione Lago di Bolsena ha effettuato ed effettua regolarmente presso le scuole medie inferiori del comprensorio lacustre presentazioni didattiche integrandole con escursioni sul lago per consentire ai ragazzi di prelevare il plancton mediante appositi retini. Tornati a terra i ragazzi eseguono l'esame del plancton al microscopio con l'assistenza di una qualificata biologa (foto sul retro della copertina). Le illustrazioni e le didascalie inserite in questa pubblicazione sono in gran parte tratte dalle presentazioni didattiche suddette, che potranno essere utilizzate anche per eventuali conferenze pubbliche a livello divulgativo.

Ci auguriamo che la relazione che segue sia comprensibile e che contribuisca ad una maggiore presa di coscienza sul deterioramento della qualità delle acque e ad una rapida attivazione di misure veramente efficaci per arrestare l'eutrofizzazione del lago di Bolsena.

THE EUTROPHICATION OF THE BOLSENA LAKE

Nature 2000 is the principal instrument of the EU and Italy for the conservation of biodiversity. It involves a widespread ecological network throughout the territory of the Union to guarantee the conservation of natural habitats and endangered species. The Nature 2000 network is made up of Sites of Community Interest, among which figures the Lake of Bolsena, a designated Special Zone of Protection for the conservation of wild birds and consequently a Special Zone of Conservation for the protection of both habitats and species.

In the beginning a screening classification for lakes was established with five quality levels (high, good, sufficient, mediocre and poor). In 2007 the Lake of Bolsena was at a 'sufficient' level and the recommendation was and still is for all lakes to improve to the 'good' level by 2015. In 2010 the European norm was changed from five quality levels to only three (high, good, sufficient) for which the Lake of Bolsena passed automatically from 'sufficient' to 'good' in spite of getting worse.

As we are an environmental association our interlocutors are the Lazio Region and the Regional Agency for the Protection of the Environment (ARPA). While this latter is the ultimate and official entity which certifies the ecological state of the lake, the Lazio Region is responsible for both legislation and financial support of the protection systems. Given that in past years ARPA has declared the ecological state of the lake to be 'good', the Region has not been asked to take any corrective measures.

The inclusion of the Lake of Bolsena in the Zones of Special Conservation obliged the Lazio Region to stipulate the necessary measures to guarantee, before the end of 2013, the conservation and where necessary the recovery of the habitat to a state of satisfactory conservation. The deadline of 2013 was not respected and after 2 years the European Commission began a process of pre-violation. To avoid consequent penalties the Lazio Region passed in 2016 several measures to avoid it.

In 2009 the EU financed a Plan of Lake Management (PdG) set down by the University of Tuscia and other qualified collaborators, approved by the Province of Viterbo, but the Region did not consider it necessary to adopt the plan. It could have done so in 2016 to overcome in substance the quoted procedure of pre-violation; instead the Region preferred to extract from the plan 3 measures of secondary importance, doing nothing to alleviate the current degradation.

Our principal interlocutor is therefore the Lazio Region. ARPA certifications show a static situation, however for the conservation and improvement of the lake we should be looking at the situation over a period of time. In our opinion the situation is deteriorating alarmingly, and we do not know if the rapid trend of eutrophication has been reported by ARPA to the Region.

The Association Lake Bolsena performed and continues to perform regularly educational programs to the secondary schools in the area, integrating them with trips on the lake to allow the students to collect plankton using special nets. Once back in school they examine the plankton under the microscope with the assistance of a qualified biologist (photo on the back cover). The illustrations and captions included in this publication are largely drawn from the educational presentations which can be used for any public lectures for general information.

We hope that the report that follows is understandable and that it contributes to a greater awareness of the deterioration of the water quality and rapid activation of truly effective measures to stop the eutrophication of Lake Bolsena.

L'EUTROPHISATION DU LAC DE BOLSENA

Natura 2000 est le principal instrument de l'Union Européenne visant à la conservation de la biodiversité. C'est un réseau qui rassemble les sites de grande valeur écologique sur tout le territoire européen, pour garantir le maintien des habitats naturels et des espèces menacées. Le lac de Bolsena y a été inscrit d'abord comme Zone de Protection Spéciale (ZPS) au titre des oiseaux sauvages, puis comme Zone Spéciale de Conservation (ZSC) au titre de la protection des habitats naturels et des espèces.

La directive-cadre sur l'eau, adoptée en l'an 2000 par l'Union Européenne, classait initialement les lacs selon cinq niveaux d'évaluation qualitative: élevé, bon, suffisant, médiocre, mauvais. En 2007, le lac de Bolsena était au niveau « suffisant ». La directive européenne prescrivait, et prescrit toujours, que tous les lacs devaient atteindre le niveau « bon » en 2015. En 2010, la classification européenne a changé. Les cinq niveaux ont été réduits à trois : élevé, bon, suffisant. Automatiquement, le lac de Bolsena est passé de l'état « suffisant » à « bon » bien que son état se soit détérioré.

En tant qu'association de défense de l'environnement, nos interlocuteurs sont la Région du Latium et L'Agence Régionale pour la Protection de l'Environnement (ARPA). Celle-ci se limite à certifier l'état écologique du lac tandis que la Région est l'organisme décisionnaire qui légifère et finance les éventuels travaux. Etant donné que l'ARPA a estimé au cours des dernières années que l'état du lac était « bon », la Région n'a pas pris de mesures.

Selon la directive européenne s'appliquant aux «Zones Spéciales de Conservation », la Région aurait dû prendre des mesures visant à maintenir et rétablir les habitats naturels dans un état de conservation satisfaisant, au plus tard en 2013. Ce qu'elle n'a pas fait. En conséquence l'UE a engagé en 2015 une procédure de pré - infraction. Pour éviter les pénalités, la Région Latium a fait quelques propositions en 2016.

En 2009, l'UE avait financé un Plan de Gestion élaboré par l'Université de la Tuscia (Viterbo) associée à d'autres experts. Ce Plan a été approuvé par la Province de Viterbo mais non par la Région Latium. Celle-ci aurait pu le faire en 2016 quand elle a décidé de prendre des mesures pour éviter la procédure européenne lancée contre elle. Elle a préféré choisir dans ce plan trois mesures d'importance secondaire qui sont impropres à arrêter la détérioration en cours. Notre principal interlocuteur est donc vraiment la Région.

D'ailleurs l'ARPA évalue l'état écologique du lac à un moment donné alors que l'important est de saisir l'évolution dans le temps. A notre avis, la situation se détériore de façon alarmante et nous ne savons pas si la tendance rapide à l'eutrophisation a été signalée par l'ARPA à la Région.

L'Association « Lago di Bolsena » se rend régulièrement dans les collèges de la zone pour présenter la situation du lac aux élèves et les emmener faire des prélèvements de plancton. En classe, les élèves analysent le plancton au microscope sous la supervision d'une biologiste qualifiée (voir photo au dos du document). Les illustrations et notes insérées dans ce document proviennent pour une grande part des exposés faits dans les écoles et peuvent être utilisées pour des conférences publiques.

Nous espérons que le texte qui suit, soit compréhensible, et contribue à la mise en place rapide de mesures vraiment efficaces pour arrêter l'eutrophisation du lac.

ZUR EUTROPHIERUNG DES BOLSENASEES

Natura 2000 ist das wichtigste Instrument der Europäischen Union und Italiens zur Erhaltung der Biodiversität. Es handelt sich um ein ökologisches Netz, das sich über den gesamten europäischen Raum spannt und der Erhaltung natürlicher Lebensräume und dem Schutz gefährdeter Arten dient. Dieses Netz Natura 2000 besteht aus Gebieten von gemeinschaftlicher Bedeutung, von denen eines der Bolsenasee ist. Er wurde zu einem „Besonderen Schutzgebiet“ für wild lebende Vögel erklärt und in Folge dessen auch zum „Besonderen Erhaltungsgebiet“ zum Schutz des Lebensraums und der Arten.

Für die Seen gab es bisher eine allgemeine Klassifikation mit 5 Güteklassen für den ökologischen Zustand (sehr gut, gut, mäßig, unbefriedigend, schlecht). 2007 wurde der See mit „mäßig“ eingestuft und hätte dem Gesetz nach, wie alle Seen, bis 2015 die Güteklasse „gut“ erreichen müssen. 2010 änderte sich diese europäische Vorschrift und die 5 Güteklassen wurden auf 3 reduziert (hervorragend, gut, mäßig). So wurde der Bolsenasee, obwohl sich sein Zustand verschlechtert hat, mit „gut“ eingestuft.

Wir sind ein Umweltschutzverein und haben so als Widerpart die Region Lazio und das regionale Amt für Umweltschutz (ARPA). Letzteres ist offiziell maßgebend für die Messungen und die Qualitätseinstufung des Sees, die Region Lazio hingegen ist das förmlich entscheidende Organ um Gesetze zu erlassen und Schutzmaßnahmen zu finanzieren. Tatsache ist, dass die ARPA in den vergangenen Jahren den See ökologisch als „gut“ eingestuft hat, so dass die Region sich nicht veranlasst gesehen hat, korrigierende Maßnahmen zu ergreifen.

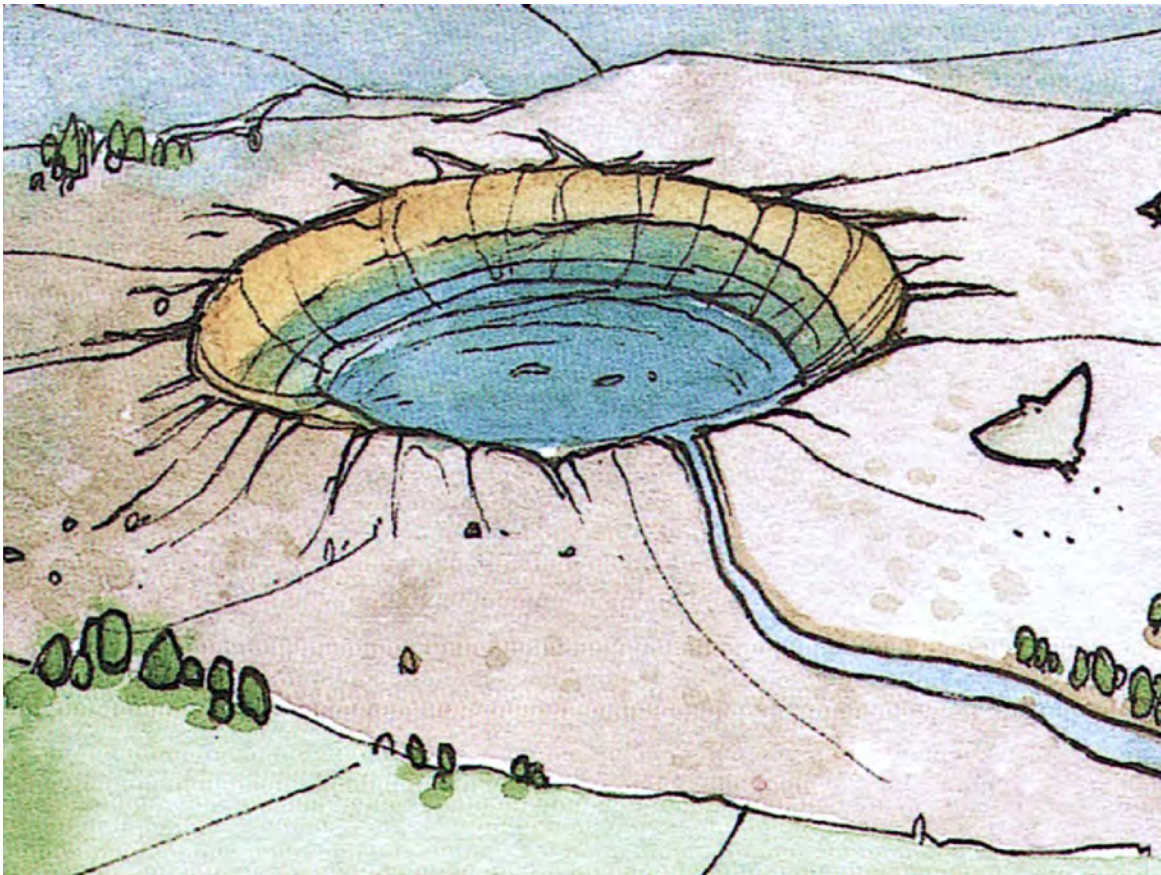
Die Ausweisung des Bolsenasees als „Besonderes Erhaltungsgebiet“ verpflichtete die Region Lazio, bis 2013 Maßnahmen zur Erhaltung und zur eventuellen Sanierung der Lebensräume festzulegen. Die Frist von 2013 wurde nicht eingehalten und nach 2 Jahren hat die Europäische Union ein Vorverfahren wegen Vertragsverletzung eingeleitet. Um eventuellen Strafen zu entgehen, hat die Region Lazio 2016 einige Maßnahmen erlassen, um den Forderungen entgegen zu kommen.

Die Europäische Union hatte 2009 einen von der Universität Tuscia und anderen kompetenten Mitarbeitern ausgearbeiteten Bewirtschaftungsplan finanziert, der von der Provinz Viterbo koordiniert und genehmigt worden war. Die Region hat es jedoch nicht für nötig gehalten, ihn anzunehmen. Sie hätte ihn auch 2016 noch ratifizieren können, um dem Vertragsverletzungsverfahren zu entgehen. Stattdessen hat die Region vorgezogen, aus dem Maßnahmenpaket nur 3 Maßnahmen von sekundärer Bedeutung zu verabschieden, die zwar den Vorteil haben mit keinen Kosten verbunden zu sein, die jedoch ungeeignet sind um die Verschlechterung der Gesundheit des Sees aufzuhalten. Unser hauptsächlichster Gesprächspartner ist also die Region Lazio.

Es sei angemerkt, dass sich die Qualitätseinstufung der ARPA auf eine statische Situation bezieht, während für die Erhaltung und Verbesserung der Seequalität die Entwicklung des ökologischen Zustands über einen längeren Zeitraum relevant ist. Unserer Meinung nach wird die Situation in einem allarmierenden Maße schlechter und wir wissen nicht, ob die Region von der ARPA auf den gegenwärtigen und rasch zur Eutrophierung führenden Trend aufmerksam gemacht worden ist.

Der Verein Lago di Bolsena arbeitet seit Jahren mit den Grund - und Mittelstufen der Schulen rund um den See in der Umwelterziehung zusammen und organisiert Ausfahrten auf den See, wo die Schulkinder mit speziellen Netzen Plankton entnehmen können. Wieder an Land gegangen, untersuchen die Schüler das Plankton unter Anleitung einer qualifizierten Biologin mit dem Mikroskop (siehe das Foto auf der Umschlagrückseite). Abbildungen und Bildunterschriften sind weitgehend aus dem Lehrmaterial entnommen und können für ein auf breites Publikum zielende Vorträge benutzt werden.

Wir hoffen, dass die folgenden Ausführungen verständlich sind und dass sie zu einer breiten Bewusstseinsname über die Verschlechterung der Wasserqualität und einer schnellen Verwirklichung wahrhaft effizienter Maßnahmen zur Eindämmung der Eutrophierung des Bolsenasees führen können.



I laghi possono essere valutati sotto due aspetti: idrologico e la qualità delle acque. L'illustrazione mostra alcuni aspetti idrologici essenziali: la conca che contiene il corpo d'acqua, il bacino di raccolta delle piogge e il fiume emissario. La portata di quest'ultimo indica la capacità del lago di ricambiare la propria acqua. Si chiama tempo di ricambio il tempo che impiegherebbe l'emissario per fare defluire l'intero volume d'acqua del lago. In Europa il lago di Bolsena ha uno dei tempi di ricambio più lunghi dell'ordine di 250 - 300 anni, mentre il lago di Zurigo ha uno dei tempo più brevi: un anno.

The quality of lakes can be assessed from two perspectives: hydrologic and water quality. The illustration shows some of the essential hydrologic aspects: the basin that contains the body of water, the catchment area of rainfall and the river outlet. The flow rate of the latter indicates the lake's ability to replace its water. The time needed for an emissary to drain the entire water volume of the lake is called "Replacement Time". In Europe Lake Bolsena has one of the longest replacement times, about 250 to 300 years, while Lake Zurich has one of the shortest: one year.

La qualité des lacs s'évalue de deux points de vue: hydrologique et qualitatif. Le visuel montre quelques aspects hydrologiques essentiels: le bassin du lac qui contient l'eau, le bassin de recueil des eaux de pluie et le cours d'eau émissaire. Le débit de ce dernier révèle la capacité du lac à renouveler ses eaux. On appelle temps de renouvellement complet celui que le fleuve émissaire met pour évacuer toute l'eau du lac. Le lac de Bolsena est le lac d'Europe qui a le temps de renouvellement le plus long, de l'ordre de 250-300 ans, alors que celui du lac de Zurich est le plus court : une année.

Ein See mit seinen Eigenschaften kann unter zwei Aspekten bewertet werden: dem hydrologischen und dem der Wasserqualität. Das Bild zeigt einige wesentliche hydrologische Aspekte: das Seebecken als wassergefüllte Senke, das Einzugsgebiet und den Abfluss. Die Abflussrate bestimmt das Vermögen des Sees sein Wasser zu erneuern. Die Zeit, die nötig ist um das gesamte Wasservolumen des Sees abfließen zu lassen, nennt man Austauschzeit. Der Bolsenasee hat in Europa eine der längsten Austauschzeiten, nämlich 250-300 Jahre, wohingegen der Zürichsee mit einem Jahr eine der kürzesten Zeiten hat.



Il lago di Zurigo ha un bacino di raccolta delle acque molto esteso che comprende catene montane. Rispetto al lago di Bolsena le precipitazioni sono più copiose, l'evaporazione è minore e il volume del lago è inferiore. L'acqua che giunge al lago proviene in gran parte dalla neve delle montagne ed è pulita. Malgrado l'enorme pressione antropica la qualità dell'acqua del lago viene mantenuta elevata sia dalla efficacia del ricambio sia dalle numerose stazioni di depurazione che trattano i reflui urbani e industriali.

Lake Zurich has a very extensive water catchment area that includes mountain ranges. Rainfall is more abundant, the evaporation is less and the volume of the lake is lower than Lake Bolsena. The water that reaches the lake comes mainly from the snow off the mountains and is clean. Despite the heavy urbanistic load water quality is maintained by both the high renewal rate and the highly efficient treatment stations.

Le lac de Zurich a un bassin d'alimentation très étendu qui comprend des chaînes montagneuses. Les précipitations y sont plus importantes qu'à Bolsena, l'évaporation y est moindre et le volume du lac inférieur. L'eau, qui vient en grande partie de la neige des montagnes, y est propre. Bien que le poids urbain y soit énorme, la qualité de l'eau du lac reste bonne non seulement grâce au temps de renouvellement rapide mais aussi grâce à l'efficacité des stations d'épuration.

Der Zürichsee hat ein weit ausgedehntes Einzugsgebiet, welches von Bergketten umgeben ist. Gemessen am Bolsenasee sind dort die Niederschläge viel ausgiebiger, die Verdunstung geringer und das Seevolumen kleiner. Der Wassereintrag besteht zum größten Teil aus sauberem Schmelzwasser aus den Bergen. Die enorme urbanistische Belastung wird kompensiert durch die effiziente Austauschrate des Sees und durch ein leistungsfähiges Abwassersammlungs- und Entsorgungssystem.



La città di Zurigo non “pesa” sul lago essendo ubicata all’inizio dell’emissario. Dato che l’afflusso di acqua dal bacino è cospicuo la portata del fiume emissario è grande come si può giudicare dalla foto. Il rapido ricambio non garantisce la qualità dell’acqua di un lago. Infatti il lago giapponese Kasumigaura ha un ricambio di soli 200 giorni, ma l’acqua che lo alimenta proviene dalle risaie e quindi il lago è verdognolo e maleodorante per la forte presenza di fitoplancton. Il ricambio per essere efficace deve avvenire con acqua più pulita di quella del lago.

Being at the beginning of the effluent the city of Zurich is not however a burden to the lake. As you can judge from the photo, the influx from the basin is large and the flow rate of the river outlet is great. However, a rapid renewal does not guarantee the water quality of a lake. In fact, the Japanese Kasumigaura lake has a replacement time of only 200 days, but the water that feeds it originates from the rice fields and therefore the lake is greenish and smelly because of the strong presence of phytoplankton. To be effective the incoming water must be cleaner than the water in the lake.

Située à l’entrée du fleuve, la ville de Zurich ne “pèse” pas sur son lac. Le bassin d’alimentation y est important et donc le débit du fleuve émissaire également, comme on le constate sur la photo. Le renouvellement rapide de l’eau d’un lac ne garantit cependant pas sa qualité. En effet le renouvellement du lac japonais Kasumigaura se fait en 200 jours mais il est alimenté par une rizière ce qui rend son eau verdâtre et nauséabonde de par la forte présence de phytoplancton. Pour être efficace, le renouvellement doit se faire avec une eau plus propre que celle du lac.

Die Stadt Zürich stellt keine Belastung für den See dar, da sie an seinem Ausfluss liegt. Angesichts dessen, dass der Wasserzufluss beträchtlich ist, führt auch der Ausfluss, wie man am Foto sieht, eine große Wassermenge. Der schnelle Wasseraustausch garantiert aber noch nicht von sich aus eine gute Wasserqualität des Sees. Z.B. hat der japanische Kasumigaurasee eine Austauschzeit von 200 Tagen, das Wasser kommt aber aus den Reisfeldern, ist grünlich und übelriechend. Der Austausch ist nur dann effizient, wenn der Zufluss sauberer ist als das Seewasser.



Il lago di Bolsena ha un bacino di raccolta delle acque molto piccolo, piove poco e l'evaporazione è alta. La mancanza di ricambio non significa che la qualità dell'acqua sia scadente, infatti il lago dopo millenni è giunto in condizioni eccellenti fino all'immediato dopo guerra. Poi è arrivato il benessere e la qualità dell'acqua è rapidamente degradata a causa dell'agricoltura intensiva irrigua e chimicamente trattata, della rete idropotabile e la tardiva costruzione del collettore fognario. La buona qualità dell'acqua sarebbe stata mantenuta dall'ecosistema se l'immissione di inquinanti fosse stata moderata, ma non è andata così.

Lake Bolsena has a very small water collection basin, there is little rain and evaporation is high. The lack of replacement does not necessarily mean that the quality of the water is poor, After thousands of years the lake was in excellent condition up until soon after the war. Then with a period of rapid economic development, the water quality quickly degraded due to intensive irrigation and chemical treatment in agriculture, the drinking water network and the delayed construction of the sewer system. The ecosystem could have maintained the high water quality if the input of pollutants had been moderate. This was not so.

Le lac de Bolsena a un bassin d'alimentation très maigre, il y pleut peu et l'évaporation y est forte. L'absence de renouvellement de l'eau ne signifie cependant pas qu'elle soit de mauvaise qualité. De fait, après des millénaires, le lac est resté en bon état jusqu'à l'immédiat après-guerre. Avec l'arrivée du bien-être, la qualité de l'eau s'est rapidement dégradée. En cause, l'agriculture intensive et ses traitements chimiques, le réseau de l'eau potable et la construction tardive du réseau d'assainissement. La qualité de l'eau aurait pu être préservée par l'écosystème si les rejets polluants avaient été modérés. Mais cela n'a pas été le cas.

Der Bolsenasee hat ein sehr kleines Einzugsgebiet, es regnet wenig und die Verdunstung ist groß. Der fehlende Wasseraustausch bedeutet nicht, dass die Wasserqualität minderwertig sein muss. In der Tat war der See bis in die Nachkriegszeit für tausende von Jahren von ausgezeichneter Qualität. Dann kam der Wohlstand und die Qualität nahm rasch ab, auf Grund der intensiven Landwirtschaft mit Bewässerung und Einsatz von anorganischen Substanzen, und weil das Abwassernetz zu spät erstellt wurde. Das Ökosystem hätte die gute Wasserqualität erhalten können, wenn man den Schadstoffeintrag begrenzt hätte. Dem war aber nicht so.

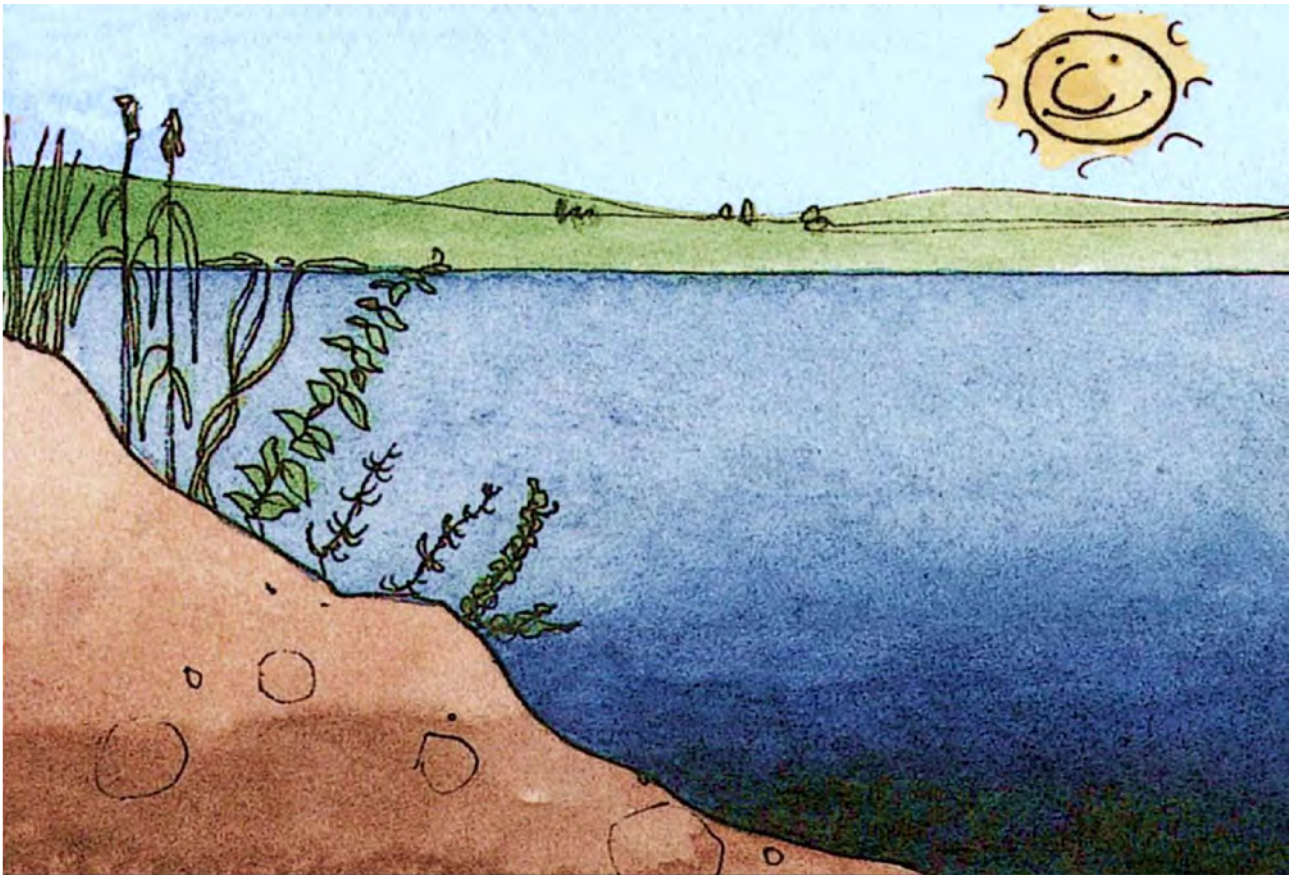


A causa della modesta superficie del bacino idrogeologico del lago di Bolsena la portata dell'emissario Marta è insignificante. In pratica tutto quello che entra nel lago vi rimarrà per sempre depositato sul fondo. A causa del ricambio praticamente inesistente il lago di Bolsena è considerato "area sensibile e vulnerabile". In caso di inquinamento è possibile intervenire per ripristinare lo stato di un lago avvalendosi del ricambio se è rapido. In un lago con lento ricambio l'inquinamento diventa praticamente irreversibile ed anche un modesto ripristino richiede interventi molto drastici.

Due to the small area of the catchment basin of Lake Bolsena the flow rate of the emissary Marta is insignificant. Practically everything that enters the lake will remain forever deposited on the bottom. Because of the virtually non-existent replacement Lake Bolsena is considered a "sensitive and vulnerable area". Normally in a polluted lake it is possible to intervene to restore the quality making use of the rapid replacement. In a lake with slow replacement pollution becomes practically irreversible and even a modest improvement requires very drastic interventions.

Le débit du cours d'eau émissaire Marta est insignifiant de par la modeste superficie du bassin hydrologique du lac de Bolsena. Concrètement, tout ce qui entre dans le lac, se dépose au fond et y restera pour toujours. A cause d'un renouvellement quasi nul, le lac de Bolsena est considéré comme "une zone sensible et vulnérable". En cas de pollution, un retour à la normale est généralement possible si le renouvellement est rapide. Mais dans le cas contraire, la pollution devient pratiquement irréversible, et pour obtenir une légère amélioration, il faut une intervention drastique.

Weil das hydrogeologische Einzugsgebiet des Bolsenasees klein ist, ist die Abflussrate des Flusses Marta unbedeutend. Damit bleibt fast alles, was in den See hineinkommt, am Grund abgelagert. Wegen des äußerst geringen Wasseraustausches wird der See als „sensibel und verletzlich“ eingestuft. Im Falle einer Verschmutzung ist es nur dann möglich einzugreifen um den See zu sanieren, wenn es sich um einen sich schnell austauschenden See handelt. Eine Verschmutzung in einem See mit langsamem Austausch ist praktisch irreversibel; auch ein nur begrenzter Eingriff zur Sanierung verlangt drastische Maßnahmen.



La luce solare penetra nel lago secondo la trasparenza dell'acqua fino a 20 - 30 metri di profondità. Al di sotto di questa zona il lago è buio. I vegetali necessitano luce per cui vivono solo nella zona illuminata. Lungo la fascia litorale si sviluppano piante acquatiche dette macrofite con radici sul fondo. In tutta la zona illuminata si sviluppa il fitoplancton, che è una comunità di alghe microscopiche, a volte percepibile per il colore leggermente verdognolo dell'acqua. Il suo sviluppo aumenta con la concentrazione di fosforo nell'acqua che è una sostanza nutriente per i vegetali. La concentrazione si misura in microgrammi per litro ($\mu\text{g/l}$).

Sunlight penetrates the lake according to the transparency of the water up to 20-30 meters deep. Below this zone the lake is dark. The plants need light in order to live so they only grow in the lighted area. Aquatic plants such as macrophytes grow along the coast line with roots at the bottom. Phytoplankton, which is a community of microscopic algae, grows in the illuminated area, sometimes perceivable from the slightly greenish color of the water. It is an immense biomass when you consider the vast lake surface and depth of the illuminated area. The phytoplankton increases with the concentration of phosphorous in the water. Its concentration is measured in micrograms per liter ($\mu\text{g/l}$).

La lumière pénètre dans le lac jusqu'à 20-30 mètres de profondeur, selon la transparence de l'eau. En dessous de cette profondeur, il fait sombre. Les végétaux ont besoin de lumière et ne vivent que là où il y en a. Le long du littoral, se développent des plantes aquatiques, dites macrophytes, enracinées sur le fond. Dans toute la zone éclairée, se développe le phytoplancton, des algues microscopiques, parfois repérables grâce à une couleur légèrement verdâtre de l'eau. C'est une biomasse végétale immense si l'on considère la grande surface du lac et la profondeur de la zone éclairée.

Das Sonnenlicht dringt im See bis zu 20-30 m Tiefe ein, je nach Trübung des Wassers. Unterhalb von 30 m ist es dunkel. Die Pflanzen im See brauchen Licht, daher leben sie nur in dieser beleuchteten Zone. Nahe des Seeufers wachsen Pflanzen, sogenannte Makrophyten, die im Seeboden wurzeln. In der lichtdurchfluteten Freiwasserzone entwickelt sich das Phytoplankton - photoautotrophe mikroskopischen Algen, Flagellaten und Bakterien, die bisweilen das Wasser leicht grün färben. Mit der Vermehrung des Phytoplanktons nimmt auch die Konzentration des Phosphors (ein Pflanzennährstoff), angegeben in Mikrogramm pro Liter ($\mu\text{g/l}$), zu.



Il fitoplancton è come una immensa prateria che alimenta direttamente o indirettamente tutti gli animali che vivono nel lago. Ad una maggiore biomassa di fitoplancton corrisponde un aumento della biomassa di animali che si alimentano secondo la catena alimentare. L'aumento del fosforo modifica l'habitat peggiorandolo qualitativamente. Complessivamente diminuisce la biodiversità, aumenta la biomassa degli animali e dei vegetali, ma ne modifica la popolazione, ad esempio diminuiscono i salmonidi (coregone) e aumentano i ciprinidi (lasca, barbo, carpa). Questo processo degenerativo si chiama eutrofizzazione.

Phytoplankton is like an immense prairie that feeds directly or indirectly all the animals living in the lake. As phosphorus increases, phytoplankton biomass increases which corresponds to an increase of the biomass of animals that are fed down the food chain. Overall biodiversity decreases, the biomass of animals and vegetation increases, for example salmonids (whitefish) decrease and cyprinids (roach, barbel, carp) increase. This degenerative process is called eutrophication.

Le phytoplankton est comme une immense prairie qui alimente, directement ou indirectement, tous les animaux qui vivent dans le lac. Quand la biomasse du phytoplankton augmente, la biomasse des animaux, qui s'alimentent à travers la chaîne alimentaire, augmente. L'augmentation du phosphore modifie l'habitat en le détériorant. Globalement, la biodiversité diminue, la biomasse animale et végétale augmente mais en privilégiant certaines espèces. Par exemple, les salmonidés (coregone) diminuent, tandis que les cyprinidés (barbeaux et carpes) augmentent. Ce processus dégénératif s'appelle eutrophisation.

Wir können das Phytoplankton als eine riesige Weide ansehen, die direkt oder indirekt alle im See lebenden Tiere ernährt. Wenn die Phytoplankton-Biomasse zunimmt, wächst auch die Biomasse der Tiere an, die sich davon ernähren. Einer Zunahme des Phosphorgehalts entspricht eine Qualitätsminderung des Habitats, wobei insgesamt die Biomasse zunimmt, die Biodiversität jedoch absinkt wie auch die mittlere Qualität etwa für Fische - es finden sich weniger Salmoniden wie der Coregone (Renke) und mehr Cyprinidae (Lau, Barbe, Karpfen). Die Zunahme des Nährstoffangebots führt zur Eutrophierung, einer degenerativen Verschlechterung des Habitats.



Tutti gli esseri viventi muoiono. Le spoglie organiche vegetali ed animali lacustri cadono sul fondale. Il fosforo che nella zona illuminata era stato metabolizzato dal fitoplancton e poi dagli animali scende e si accumula sul fondale assieme alle loro spoglie. Queste vengono demolite e trasformate in una poltiglia nera da batteri aerobi. Il fosforo viene così fissato sul fondale concludendo il suo complesso viaggio. Se l'ossigeno si esaurisce una parte del fosforo si solubilizza e viene rilasciato nelle acque soprastanti, dove si aggiunge ai nuovi apporti provenienti dal bacino. Nelle pagine che seguono esamineremo la provenienza del fosforo e quella dell'ossigeno.

All living things die. Plant and animal organic remains fall to the bottom of the lake. The phosphorus which in the lighted area had been metabolized by phytoplankton and then by the animals, falls and accumulates on the bed together with their remains. These are demolished and turned into a black mud by aerobic bacteria. Phosphorus is fixed to the lakebed, the end of its complex journey. If oxygen is exhausted a part of the phosphorus becomes soluble and remains in the water where it is added to what is coming in new. In the following pages we will examine from where the phosphorus is coming

Tous les êtres vivants meurent. Les dépouilles des animaux et végétaux lacustres tombent au fond du lac. Le phosphore, qui a été métabolisé par le phytoplancton et par les animaux dans la zone éclairée, descend et se dépose sur le fond avec les dépouilles végétales et animales. Celles-ci se transforment en une boue noire par de bactéries aérobies. Le phosphore se fixe alors à la fin de ce parcours complexe. Si l'oxygène disparaît, une partie du phosphore devient soluble et remonte dans les eaux supérieures, où il se mélange aux nouveaux intrants provenant du bassin lacustre. Dans les pages suivantes, nous examinerons l'origine du phosphore et de l'oxygène.

Alle Lebewesen sterben. Im See sinken die organischen Überreste von Pflanzen und Tieren auf den Grund, und mit ihnen der vom Phytoplankton und der Fauna metabolisierte Phosphor. Am Seeboden werden diese organischen Überreste von aeroben Bakterien zu einem schwarzem Schlamm verarbeitet, in dem der Phosphor durch Oxidation fixiert wird. Bei Sauerstoffmangel in großen Tiefen wird ein Teil des fixierten Phosphors wieder löslich und erhöht den Phosphorgehalt gemeinsam mit dem Phosphoreintrag von außen. Im Folgenden erläutern wir die Herkunft von Phosphor und Sauerstoff im Wasser.

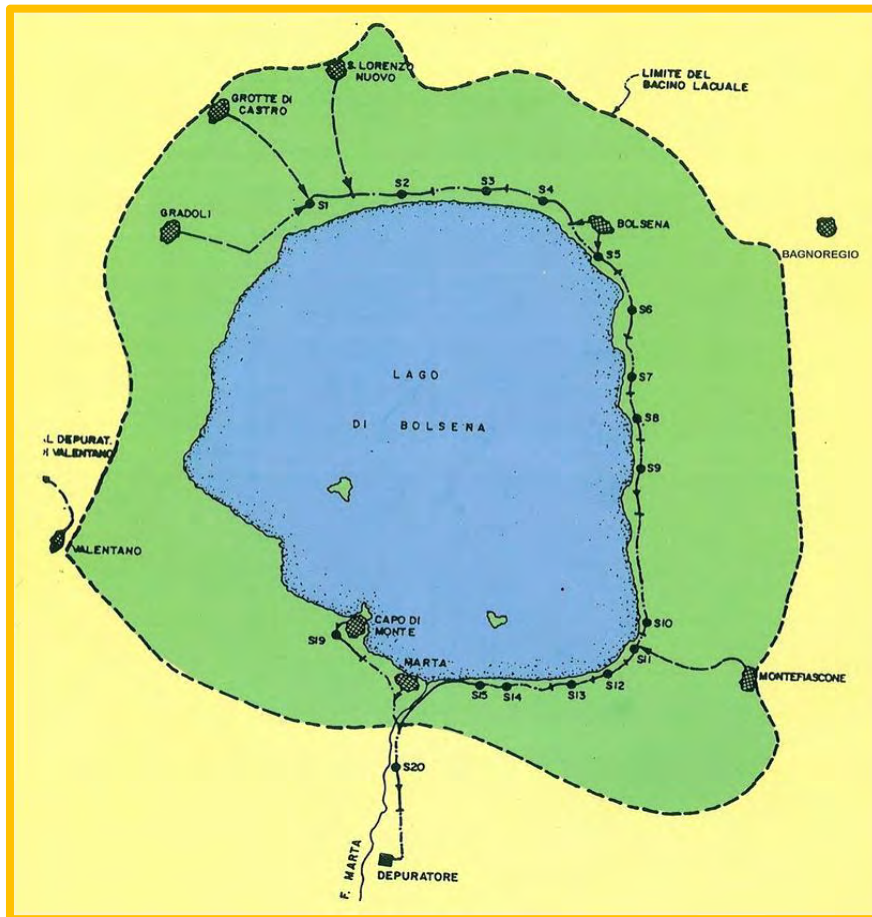


Il fosforo, è una sostanza che fa parte dei fertilizzanti chimici e biologici utilizzati in agricoltura. Nel bacino lacustre si è sviluppata l'agricoltura intensiva fertilizzata e irrigata con letti di semina finemente lavorati che una eventuale pioggia intensa dilava verso il lago principalmente attraverso il reticolo dei fossi. Nel lago il fosforo entra in soluzione e svolge la sua funzione fertilizzante sui vegetali lacustri. Grandi quantità di fosforo accumulato da tempi remoti sono presenti sul fondale del lago. In caso di assenza di ossigeno al fondo può convertirsi in fosforo solubile che si aggiunge a quello nel lago (carico interno).

Phosphorus is part of chemical and biological fertilizers. Intensive fertilized agriculture has developed around the lake basin with irrigation and with finely tilled seedbeds. The rain washes the fertilizer into the lake mainly through the network of ditches. Phosphorus in the lake goes into solution and performs its function of fertilizing the plants. Large amounts of oxidized phosphorus, insoluble, accumulated since ancient times are present on the bottom of the lake. With lack of oxygen at the bottom it can be converted into soluble phosphorus which adds to that already there (internal loading).

Les fertilisants chimiques utilisés dans l'agriculture contiennent notamment du phosphore. Une agriculture intensive s'est développée dans le bassin lacustre de Bolsena, et les fertilisants se retrouvent dans le lac par ruissellement après des fortes pluies. Le phosphore exerce alors sa fonction de fertilisant sur les végétaux lacustres. De grandes quantités de phosphore oxydé, non soluble, accumulé depuis longtemps, sont désormais présentes sur le fond du lac. En l'absence d'oxygène au fond du lac, il peut se transformer en phosphore soluble, qui s'ajoute à celui du lac (charge interne).

Phosphor kommt als Phosphat in der Landwirtschaft in chemischen und biologischen Düngemitteln vor. Im Becken des Bolsenasees hat sich eine intensive Landwirtschaft mit Düngung und Bewässerung entwickelt. Das feinkrümelige Saatbett der Felder bringt die Gefahr der Bodenerosion mit sich, wobei Phosphate ausgeschwemmt werden, sich im See lösen und dort als Dünger für Pflanzen und Plankton wirken. Eine große Menge von nicht gelöstem Phosphat, das sich mit der Zeit angereichert hat, lagert am Seegrund. Sauerstoffmangel reduziert das Phosphat und erhöht den Gesamtgehalt gelösten Phosphors („interne Last“).



Il fosforo è contenuto anche nei liquami urbani. Questi sono raccolti dalle fognature comunali e convogliati al collettore circumlacuale con delle condotte dette bretelle. Una successione di stazioni di pompaggio porta i liquami ad un depuratore ubicato sul fiume emissario Marta. La protezione del lago è realizzata dal collettore, mentre il depuratore protegge il fiume Marta. Il collettore è impropriamente detto circumlacuale ma per essere tale manca un lungo tratto sul versante a ponente dove sono presenti attività turistiche. Il comune di Valentano scarica le acque reflue ad un depuratore fuori dal bacino imbrifero.

Phosphorus is also found in municipal sewage. The sewage is collected by municipal sewers and conveyed to the lake's ring sewer by pipe lines. A succession of pumping stations transmits the sewage to the treatment plant located on the river Marta. Protection of the lake is provided by the ring collector, while the depuration plant protects the river Marta. A long section on the west side of the lake where there are tourist activities is not covered by this collection system. Valentano discharges wastewater to a treatment plant outside the catchment area.

Les eaux usées urbaines contiennent aussi du phosphore. Elles sont recueillies dans les égouts et transférées par des conduites appelées bretelles dans un anneau collecteur, qui fait le tour du lac. Des stations de pompage conduisent les eaux usées à un dépurateur situé sur le cours d'eau Marta. La protection du lac se fait par le collecteur tandis que celle du fleuve Marta, se fait par le dépurateur. Le problème est que le collecteur, censé faire le tour du lac, est incomplet. Une partie manque sur le versant ouest où sont présentes des activités touristiques.

Phosphor ist auch in den urbanen Abwässern enthalten, die in kommunalen Kanalisationen gesammelt und in den seeumfassenden Ringkanal eingeleitet werden. Darin fördert eine Reihe von Pumpstationen die Abwässer, von einer Station zur anderen, bis zur Kläranlage am Fluss Marta. Der Ringkanal schützt den See, die Kläranlage den Fluss Marta. Eigentlich verdient der Ringkanal seinen Namen nicht, weil ihm ein langes Stück auf der Westseite des Sees fehlt, wo sich zahlreiche Fremdenverkehrsbetriebe angesiedelt haben. Valentano hat eine eigene Kläranlage außerhalb des Einzugsgebiets des Sees.



Il guasto di una stazione di pompaggio non arresta l'arrivo di liquami dalle stazioni a monte e i liquami in arrivo vengono inviati ad un serbatoio in attesa di riparazione. In caso di ritardato intervento il serbatoio, raggiunto il pieno, scarica i liquami nel lago. Saltuariamente avvengono sversamenti dal collettore e dalle bretelle come illustrato nella foto. Il collettore e il depuratore sono disastrosi, ma è in corso una gara di appalto per procedere alla loro ristrutturazione, che presumibilmente sarà completata entro il 2017. Il completamento del tratto mancante non è previsto.

The failure of a pumping station does not stop the arrival of sewage from the upstream stations and the incoming sewage is sent to a storage tank while waiting for the repair. If this is delayed and the tank fills up the overflow is downloaded into the lake. Occasionally spills occur from the collector and the pipes, as shown in the picture. The collector and the depuration plant need constant maintenance. A tender has been published to proceed to their restructuring, which will presumably be completed by 2017. The completion of the missing section is not foreseen.

En cas de panne d'une station de pompage, l'afflux en amont des eaux usées n'est pas interrompu et celles-ci arrivent dans un réservoir, qui en cas de réparation tardive de la station de pompage, les déverse alors dans le lac. Quelques fois, le collecteur et/ou les bretelles déversent également les eaux usées dans le lac, comme illustré par la photo. Le collecteur et le dépurateur sont dans un état désastreux. Un appel d'offres est en cours pour procéder à leur rénovation, qui devrait intervenir en 2017. En revanche, la réalisation du morceau de collecteur manquant n'est pas prévue.

Fällt eine Pumpstation aus, pumpen die anderen Stationen weiter und die ankommenden Abwässer müssen in einem Sammelbecken aufgefangen werden. Wird der Defekt nicht rechtzeitig repariert, läuft der Behälter über und das Abwasser ergießt sich in den See. Gelegentlich gibt es Verschmutzung des Sees durch Abwässer aus der Ringkanalisation (siehe Foto). Der Ringkanal und die Kläranlage sind in einem katastrophalen Zustand, jedoch gibt es eine Ausschreibung zu Renovierungsarbeiten, die noch 2017 abgeschlossen sein sollten. Eine Vervollständigung des Ringkanals ist nicht vorgesehen.

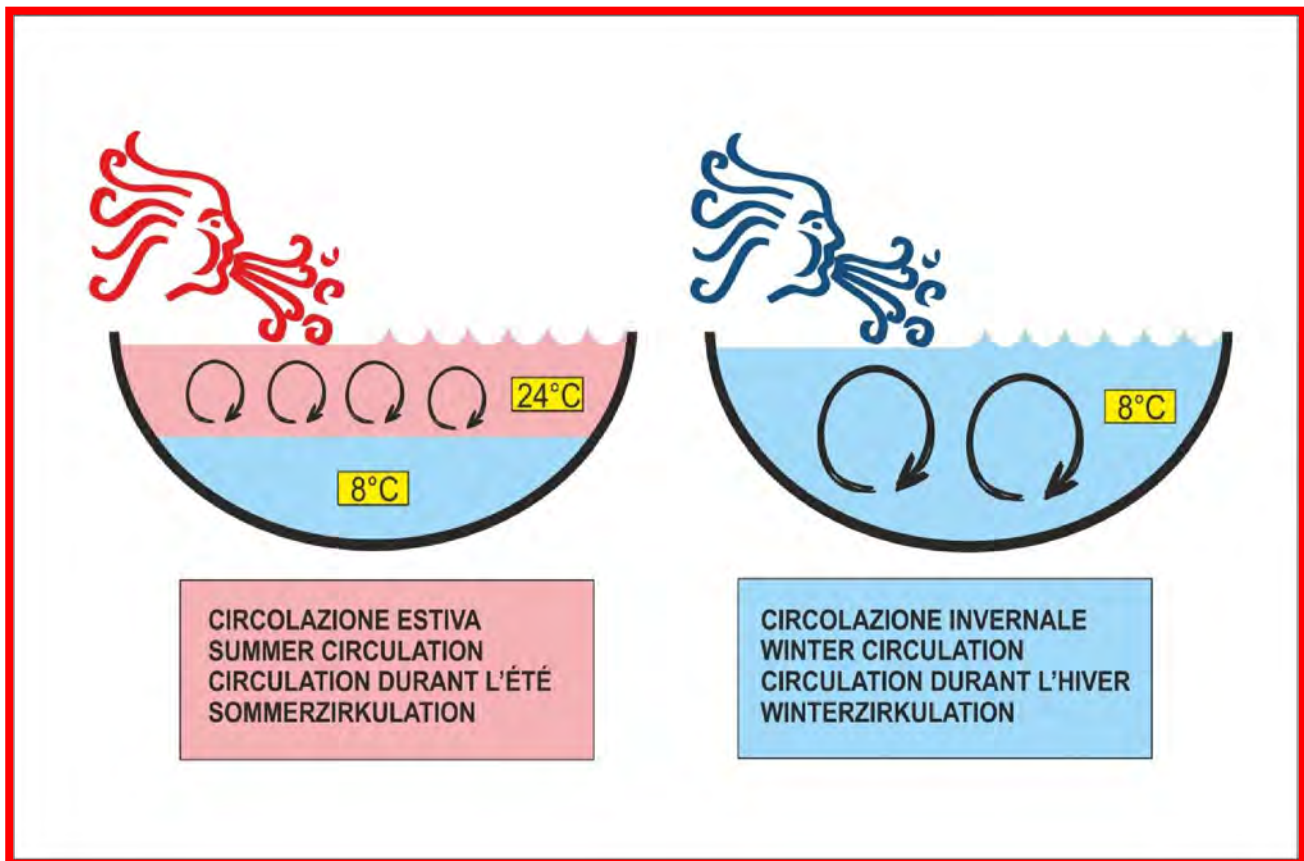


Fin qui il percorso del fosforo, vediamo ora quello dell'ossigeno che è l'altro parametro che interviene nella qualità del lago. Il lago cattura ossigeno a contatto con l'aria, in particolare in presenza di onde spumeggianti. La quantità dell'ossigeno disciolto nell'acqua si misura in milligrammi per litro (mg/l) con un valore di saturazione che dipende dalla temperatura dell'acqua. La massima concentrazione è di circa 11 mg/l in inverno, poco meno in estate. Il fitoplancton, come tutti i vegetali, produce ossigeno che può produrre momentanee situazioni di soprassaturazione nell'acqua prima di essere rilasciato in atmosfera.

So far we have followed the path of phosphorus, now we will look at that of oxygen. The lake captures oxygen in contact with the air, especially in the presence of foaming waves. The amount of oxygen dissolved in the water is measured in milligrams per liter (mg/l) and can not exceed the saturation rate which depends on the water temperature. The maximum concentration is about 11 mg/l in winter, less in summer. Phytoplankton, like all plants, produces oxygen that rises to the surface and is dispersed in the air when it exceeds saturation rate.

Venons-en maintenant au parcours de l'oxygène. Le lac capture l'oxygène au contact de l'air, en particulier en présence de vagues mousseuses. La quantité d'oxygène dans l'eau se mesure en milligrammes par litres (mg/l) et ne peut dépasser la valeur de saturation qui dépend de la température de l'eau. La concentration la plus haute est d'environ 11 mg/l en hiver, un peu moins en été. Le phytoplancton, comme tous les végétaux, produit de l'oxygène qui remonte en surface et se disperse dans l'air quand il dépasse la valeur de saturation.

Betrachten wir nun den Sauerstoff. Er wird aus der Luft vom See eingefangen, insbesondere in der Gischt bei starkem Wind. Die Konzentration des im Wasser gelösten Sauerstoffs wird in Milligramm pro Liter (mg/l) gemessen und kann den temperaturabhängigen Sättigungswert nicht überschreiten. Dieser liegt im Winter bei ungefähr 11 mg/l, und im Sommer etwas niedriger. Auch das Phytoplankton erzeugt Sauerstoff, der, wenn die Sättigungskonzentration überschritten ist, kurzzeitig zu Übersättigung führen kann und dann an die Luft abgegeben wird.



In estate lo strato superiore del lago “galleggia” sulla parte sottostante che è più fredda. Con il progredire della stagione invernale lo strato superiore si raffredda e verso la fine di febbraio il lago può raggiungere la temperatura di 7-8°C dalla superficie al fondo. Se il vento di tramontana è sufficientemente forte avviene il rimescolamento: lo strato superficiale ossigenato si mescola a quello del fondo ridistribuendo l’ossigeno all’intera colonna d’acqua. Ciò avviene generalmente a fine febbraio. La riserva di ossigeno accumulata sul fondo viene gradualmente consumata dalle spoglie e non può essere rinnovata fino al febbraio successivo.

In the summer the top layer of the lake "floats" on the underlying colder part. During the winter season the top layer cools and towards the end of February, the lake can reach a temperature of 7-8 ° C from top to bottom. If the north wind (Tramontana) blows sufficiently, there is a turnover: oxygenated water goes down to the bottom and that at the bottom rises to the surface. This can happen only late February. The oxygen reserve on the bottom is consumed during the seasons that follow and can not be renewed until the following February.

En été, la strate supérieure du lac “flotte” sur celle du dessous qui est plus froide. Avec l’avancée de l’hiver, la strate supérieure se refroidit et, vers la fin février, la température du lac peut descendre à 7-8 ° C sur toute sa profondeur. Si le vent de tramontane est suffisamment fort, le mélange des eaux se produit : l’eau de surface qui est oxygénée, se mélange à celle du fond, redistribuant l’oxygène sur toute la colonne d’eau. Ceci se produit généralement à la fin février. La réserve d’oxygène accumulée au fond est progressivement absorbée par les dépouilles au cours des saisons successives et ne peut être renouvelée avant le mois de février suivant.

Im Sommer „schwimmt“ eine warme oberflächennahe Schicht auf der kälteren, darunterliegenden Schicht (Temperaturschichtung). Im Winter kühlt sich die Oberflächenschicht ab und Ende Februar kann der See durchgehend eine Temperatur von 7-8 ° C annehmen. Wenn, was nicht immer der Fall ist, der Tramontana-Wind genügend intensiv ist, kann sich der See bis zum Grund vollständig durchmischen und eine gleichmäßige Verteilung von Sauerstoff und Nährstoffen erreichen. Dies ist nur am Winterende möglich. Im Weiteren wird der Sauerstoff am Seegrund verbraucht und erneuert sich erst ein Jahr später.

II LIVELLO TROFICO DEI LAGHI

In greco trofia significa nutrimento. Eutrofizzazione è il progressivo aumento di nutrimento, ossia di fitoplancton, e il conseguente aumento degli animali che se ne cibano. Secondo la classificazione classica il livello di trofia in senso di crescente degrado varia da "oligotrofo" a "mesotrofo" a "eutrofo". Secondo la corrispondente classificazione attuale il livello trofico degrada da "eccellente" a "buono" a "sufficiente". L'aumento di vegetali nel lago è causato dal fosforo che ne accresce lo sviluppo ed è la causa principale del declassamento qualitativo. Infatti il livello trofico è stabilito sulla base di tabelle che tengono conto della concentrazione di fosforo, dell'ossigeno e della trasparenza che è una conseguenza dei primi due. L'ARPA ha classificato "buono" il livello trofico del lago di Bolsena, ma è una fotografia che non indica il trend, ossia la tendenza al peggioramento o miglioramento, che è l'aspetto che maggiormente interessa.

THE TROPHIC LEVEL OF LAKES

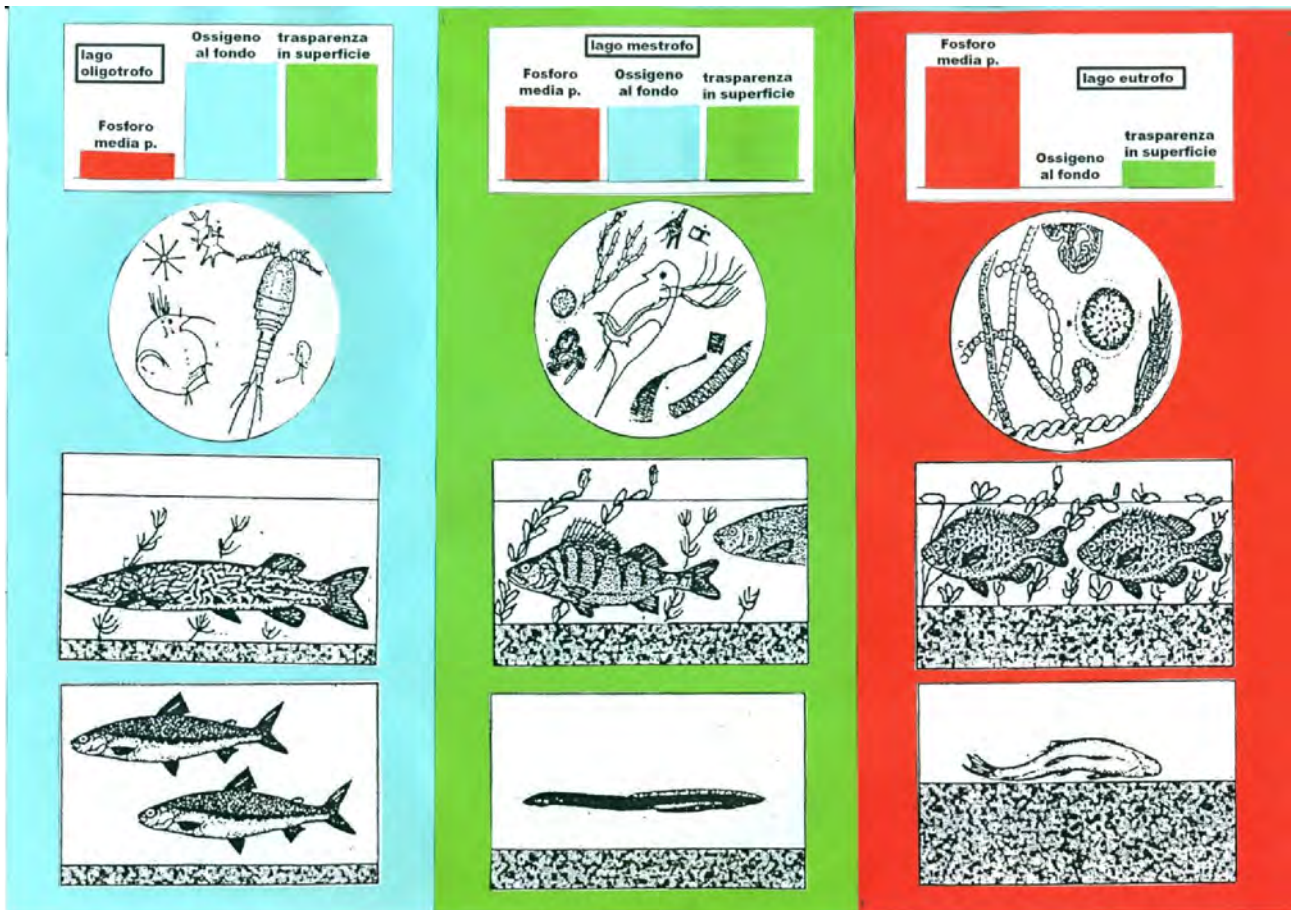
In Greek trophy means nutriment. Eutrophication is the progressive increase of nourishment, that is of phytoplankton, and consequently the increase of the animals that eat it. According to the established classification the level of trophy in the sense of increasing degradation varies from "oligotrophic" to "mesotrophic" to "eutrophic". According to the corresponding current classification the trophic level degrades from "excellent" to "good" to "satisfactory." The nourishment increase in the lake is caused by phosphorus which increases its development and is the leading cause of deteriorating quality. In fact the trophic level is established on the basis of tables which take account of the phosphorus concentration, and oxygen of the transparency which is a consequence of the first two. ARPA has ranked "good" the trophic level of the lake Bolsena, but it is a judgment that does not indicate the trend, the tendency to deterioration or improvement, which is the aspect that most concerns us.

LE NIVEAU TROPHIQUE DES LACS

En grec, trophie signifie nutriment. L'eutrophisation consiste en une augmentation progressive de nutriment, sous forme de phytoplancton, avec pour conséquence l'augmentation de la population animale qui s'en nourrit. Selon la classification classique, le niveau trophique, au sens de dégradation croissante, va de "oligotrophe" à "mesotrophe" et à "eutrophe". Selon la classification actuelle correspondante, le niveau trophique va de "excellent" à "bon" puis "suffisant". L'augmentation des végétaux dans le lac est due au phosphore qui en accroît son développement, et est la cause principale de la dégradation qualitative. De fait, le niveau trophique du lac est évalué en fonction de la concentration du phosphore, de celle de l'oxygène et de la transparence, qui est une conséquence des deux premières. Le niveau trophique du lac de Bolsena a été classé "bon" par l'ARPA mais il s'agit là d'une photographie qui n'indique pas la tendance, à la détérioration ou à l'amélioration, qui est l'aspect le plus important.

DIE TROPHIEKLASSE DER SEEN

Im Griechischen bedeutet „Trophie“ Ernährung. Die Eutrophierung ist die progressive Anreicherung des Sees mit Nährstoffen, und damit mit Phytoplankton und in der Folge mit tierischen Lebewesen die sich davon ernähren. Die herkömmliche Klassifizierung kennt im Sinn sinkender Qualität drei Trophieklassen, von „oligotroph“ über „mesotroph“ zu „eutroph“, welche gegenwärtig als „ausgezeichnet“, „gut“ und „ausreichend“ qualifiziert werden. Die Trophieklasse wird ausgehend von der Konzentration von Phosphor und Sauerstoff, sowie von der Transparenz (die von den ersten beiden bedingt wird), bestimmt. Das regionale Amt für Umweltschutz (ARPA) hat die Trophieklasse des Bolsenasees als „gut“ eingestuft, was eine Momentaufnahme darstellt, nicht aber den Trend aufzeigt, weder zur Verbesserung noch zur Verschlechterung – genau dies ist es aber, was uns vor allem interessiert.



Le immagini nelle tre colonne riassumono l'evoluzione trofica di un lago. Il fosforo è inizialmente scarso, ma con il tempo aumenta e causa il degrado del lago da oligotrofo ad eutrofo. Diminuiscono l'ossigeno al fondo e la trasparenza. La seconda riga illustra le immagini al microscopio: nel lago oligotrofo c'è grande biodiversità, nel lago eutrofo abbonda il fitoplancton, in parte tossico. La terza riga mostra il degrado lungo il litorale e l'ultima riga il degrado nella zona pelagica. In assenza di ossigeno tutto il materiale organico depositato sul fondo entra in decomposizione anossica. Lo spessore dei depositi di spoglie sul fondale aumenta.

The images in the 3 columns summarize the trophic evolution of a lake. Phosphorus is initially low, but increases with time and causes the degradation of the lake from oligotrophic to eutrophic. Oxygen at the bottom and transparency decrease. The 2nd line shows the microscopic images: in an oligotrophic lake there is great biodiversity, in an eutrophic lake phytoplankton (partly toxic) abounds. The 3rd line shows the degradation along the water banks and the last line degradation in the pelagic zone. In absence of oxygen all organic material deposited at the bottom goes into decomposition. The thickness of the deposits on the lakebed increases.

Les images des trois colonnes résument l'évolution trophique d'un lac. Le phosphore est au départ faible, mais augmente avec le temps, le lac se dégrade en passant de oligotrophe à eutrophe. L'oxygène du fond et la transparence diminuent. La deuxième ligne illustre les images prises au microscope: il y a une grande biodiversité dans le lac oligotrophe; dans le lac eutrophique le phytoplancton, en partie toxique, abonde. La troisième ligne montre la détérioration le long du littoral et la dernière ligne la détérioration de la zone profonde. En absence d'oxygène, tout ce qui est organique se décompose, augmentant les dépôts sur le fond.

Im Bild sind in den drei Spalten die Gegebenheiten während der trophischen Veränderung eines Sees dargestellt. Im oligotrophen See ist die Phosphorkonzentration gering. Wenn diese zunimmt erfolgt die Verschlechterung zum eutrophen Zustand. Transparenz und Sauerstoffkonzentration in der Tiefe nehmen dabei ab. Im Mikroskop (2. Zeile) sehen wir im oligotrophen See die hohe Biodiversität, im eutrophen See das Übermaß an zum Teil toxischem Phytoplankton. Die 3. Zeile zeigt die Entwicklung in Ufernähe, die 4. Zeile am Seegrund, wo die Sedimentschicht anwächst und bei Anoxie die organischen Reste verfaulen.

L' Eutrofizzazione

il male dei laghi inizia dal fondo e non si vede,
quando è visibile in superficie è difficile rimediare

Disease of lakes starts from bottom and cannot be seen
When it may be seen in surface it is difficult to remedy

La détérioration du lac commence par le fond et ne se voit pas,
quand elle se voit en surface c'est alors difficile d'y remédier.

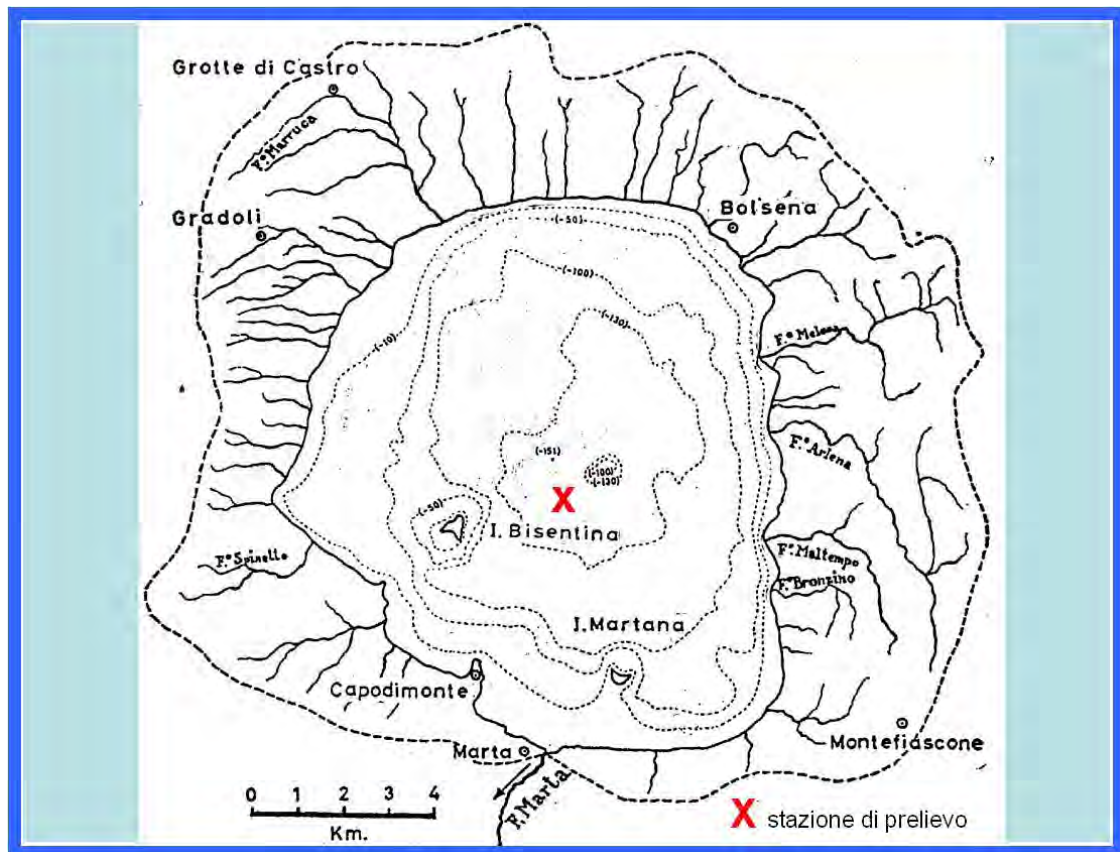
Alles Übel der Seen beginnt am Seegrund und bleibt unsichtbar.
Wenn es an der Oberfläche sichtbar wird, ist es meist zu spät

Domanda: "Dato che il fosforo aumenta la produzione di pesci, perché dovremmo eliminarlo?" Perché degrada l'habitat, aumenta la biomassa di spoglie animali e vegetali che cadono sul fondo e causano la formazione di uno strato senza ossigeno in assenza del quale avviene la decomposizione anossica delle spoglie. Con il rimescolamento i prodotti della decomposizione arrivano in superficie con ricadute sull'ambiente, sulla pesca e sulla salute (acqua non potabile e lago non balneabile). Il lago viene declassato danneggiando il turismo. I mali dei laghi iniziano dal fondo e non si vedono: occorrono monitoraggio mirati.

Question: "Given that phosphorus increases the production of fish, why should we eliminate it?" Because it increases the biomass of plant and animal remains that fall to the bottom, where they decompose without oxygen. With the turnover of the lake, the products of the decomposition comes to the surface with impact on the environment, fisheries and health (water not suitable for drinking and unfit for bathing). The lake is downgraded causing damage to tourism. The problems of lakes start deep down and can not be seen: therefore specific monitoring is essential.

Question: "Etant donné que le phosphore augmente la quantité de poissons, pourquoi faudrait-il l'éliminer ? » Parce qu'il détériore l'habitat, augmente la biomasse des dépouilles animales et végétales qui se déposent au fond du lac avec la formation d'une couche sans oxygène, en l'absence duquel se produit la décomposition anoxique des dépouilles. Lors du mélange des eaux, le produit de cette décomposition remonte à la surface avec des conséquences sur l'environnement, la pêche et la santé (eau non potable et lac impropre au bain). Le lac est déclassé avec des retombées négatives sur le tourisme. Les maux du lac ne se voient pas, cela commence par le fond. Il faut un monitoring ciblé.

Frage: „Warum sollten wir die Zufuhr von Phosphor reduzieren, wenn dieser doch die Fischproduktion fördert?“ Weil er die Qualität des Habitats vermindert und die Biomasse tierischer und pflanzlicher Überreste erhöht, die auf den Seegrund sinken und dort Sauerstoffmangel herbeiführen. Unter diesen Umständen erfolgt anoxische Zersetzung der Überreste. Mit der Durchmischung gelangen deren Endprodukte dann an die Oberfläche mit negativen Folgen für die Umwelt, die Fischerei und die Gesundheit (Trinkwasserqualität, Badeverbot). Der See verliert an Attraktivität, der Tourismus wird geschädigt. Alles Übel der Seen beginnt da, wo es nicht zu sehen ist - am Seegrund: gezieltes Monitoring ist vonnöten.



I monitoraggi sono normalmente effettuati a diverse profondità in una stazione pelagica dove il fondo è a 130 metri. I valori rilevati si riferiscono all'intero corpo d'acqua. Dato che il fosforo arriva dal bacino la sua concentrazione lungo il litorale è maggiore e comporta inquinamenti aggiuntivi. Se il fosforo arriva dall'agricoltura può essere accompagnato da sostanze chimiche quali antiparassitari e diserbanti, se arriva da perdite fognarie è sempre accompagnato da batteri fecali. Nei due casi, se sono superati i limiti di legge, dovrebbe essere vietata la balneazione. L'ente preposto ai controlli è l'ARPA.

Measurements are normally carried out in a zone where the bottom is 130 meters. The results refer to the entire body of water. Since the phosphorus comes from the basin its concentration along the coast is higher and implicates additional pollution. If the phosphorus comes from agriculture it may contain chemicals such as pesticides and herbicides, if it comes from sewer leaks it is always accompanied by fecal bacteria. In both cases, if legal limits are exceeded, bathing should be prohibited. ARPA is responsible for the monitoring of bathing.

Les contrôles de l'eau sont habituellement effectués jusqu'à 130 mètres. Les valeurs relevées concernent l'ensemble du volume d'eau. Vu que le phosphore provient de tout le bassin d'alimentation, sa concentration est plus forte sur le littoral. D'autres pollutions s'y ajoutent. Si le phosphore provient de l'agriculture, il sera accompagné de substances chimiques comme les pesticides et les désherbants, s'il provient des égouts, il sera accompagné de bactéries fécales. Dans les deux cas, si les limites réglementées sont dépassées, la baignade devrait être interdite. L'ARPA est chargée du contrôle de la qualité de l'eau pour la baignade.

Die Messungen werden normalerweise in der Mitte des Sees, wo er eine Tiefe von 130 m aufweist, durchgeführt. Die Messwerte sind so für den gesamten Wasserkörper repräsentativ. Die Konzentration des Phosphors, der ja aus dem Umland des Sees kommt, ist an den Ufern höher, und er kann von zusätzlichen Schadstoffen begleitet sein. Stammt er aus der Landwirtschaft, tritt er zusammen mit Pestiziden und Herbiziden auf. Wenn er aus dem Abwassersystem kommt, wird er von Fäkalbakterien begleitet. Bei Überschreitung der gesetzlichen Grenzwerte wird von der ARPA ein Badeverbot erlassen.



L'anno lacustre inizia a fine febbraio quando avviene il massimo rimescolamento e termina all'inizio del successivo. L'Associazione Lago di Bolsena effettua mensilmente i monitoraggi pelagici della temperatura e dell'ossigeno con una sonda multiparametrica. I campioni per le analisi chimiche vengono prelevati due volte all'anno, all'inizio di marzo dopo che il lago ha raggiunto il massimo rimescolamento e in dicembre quando il lago è tornato a stratificarsi. La trasparenza si misura in metri calando in acqua un disco bianco, detto disco di Secchi, finché è visibile. La trasparenza diminuisce con l'aumentare del fitoplancton.

Measurements begin in late February when there is the maximum of reshuffled water and end at the beginning of the next Feb. The Association Lake Bolsena does monthly pelagic monitoring for temperature and oxygen with a multiparameter instrument. Samples for chemical analysis are taken twice a year, early March after the lake has reached the maximum mixing, and December when the lake is stratified again. Transparency is measured in meters by lowering a white disk, called the Secchi disk, into the water until it is visible. Transparency decreases with increase of phytoplankton.

L'année lacustre commence à la fin février quand le brassage des eaux s'effectue à son maximum, et se termine au début février suivant. L'Association Lago de Bolsena effectue chaque mois des contrôles de la température et de l'oxygénation de l'eau avec une sonde pluriparamétrique. Les prélèvements pour les analyses chimiques sont faits deux fois par an, au début de mars après le brassage des eaux, et en décembre, quand le lac se restratifie. On mesure la transparence en faisant descendre dans l'eau un disque blanc, dit de Secchi, jusqu'à ce qu'il ne soit plus visible. La transparence diminue avec l'augmentation du phytoplancton.

Für den See beginnt das Jahr Ende Februar, zum Zeitpunkt der maximalen Durchmischung. Der Verein „Lago di Bolsena“ misst monatlich in der Seemitte Vertikalprofile der Temperatur und des Sauerstoffgehalts mit einer Multiparametersonde. Zweimal im Jahr werden in verschiedenen Tiefen Proben für chemische Analysen entnommen: Anfang März nach maximaler Durchmischung und im Dezember bei maximaler Stratifikation. Die Transparenz des Wassers, die bei hohem Phytoplanktongehalt abnimmt, wird mit einer weißen Scheibe (Secchi-Scheibe), die bis zum visuellen Verschwinden ins Wasser abgesenkt wird, gemessen.

Fosforo Totale nel periodo di massimo rimescolamento in µg/l															
m	%	2004	2005	2006	2007*	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0	12	9	8	9	6	9	11	9	13	11	9	8	10	8	16
20	15	9	9	9	7	10	10	10	12	12	9	8	11	8	16
30	14	9	8	9	6	11	10	7	13	12	9	7	12	8	17
50	28	9	8	11	4	10	9	10	13	13	10	7	12	10	16
100	23	9	8	12	7	15	16	14	13	13	12	23	19	28	16
115	5	10	8	12	13	21	21	16	13	12	16	31	31	36	17
130	3	11	8	12	37	23	25	21	13	12	26	47	32	42	16
media p		9,1	8,1	10,5	7,5	12,1	12,2	11	13	12,5	11	13,3	14,8	15,6	16,2

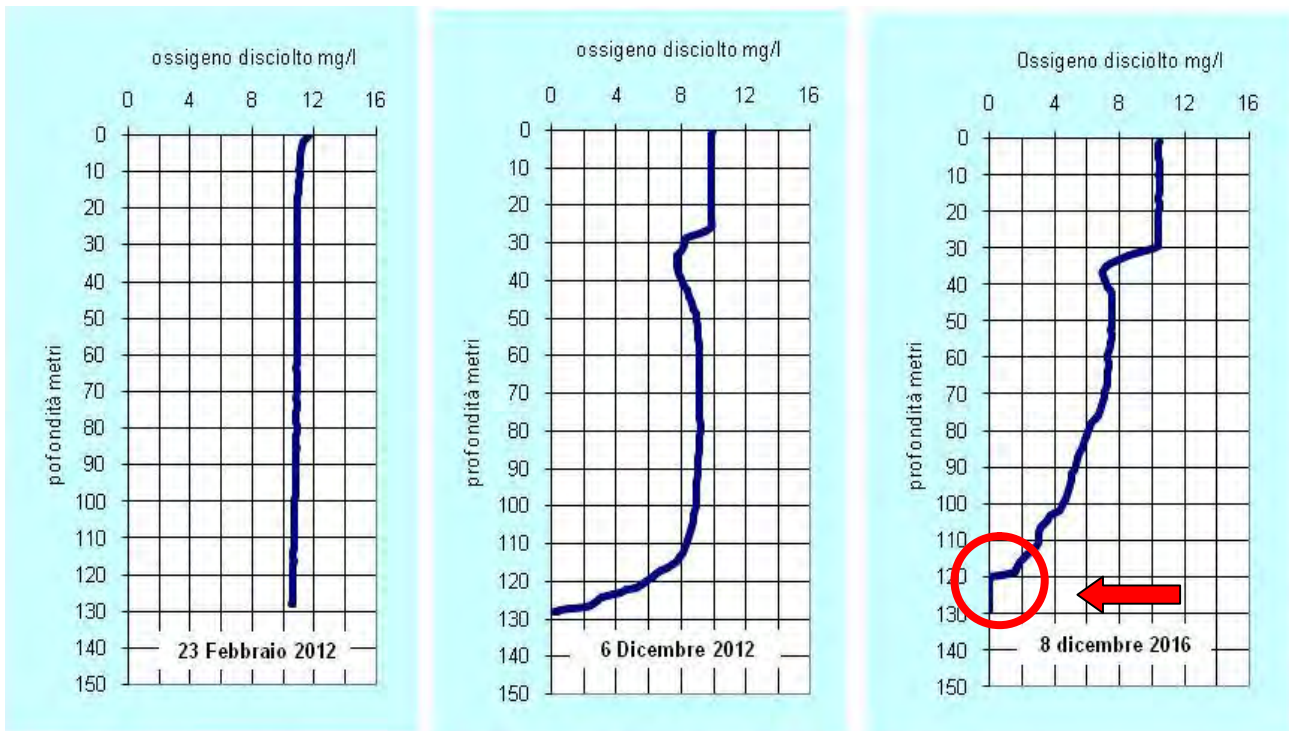
*profondità del campionamento 2007 non affidabile a causa del forte vento

La tabella indica la concentrazione di fosforo totale in µg/l nel periodo di massimo rimescolamento (febbraio-marzo) e gennaio 2017. La prima colonna mostra le sette profondità alle quali sono stati prelevati i campioni di acqua. La prima riga indica l'anno dei prelievi. Gli anni evidenziati (2004, 2005, 2011, 2012, 2017) sono quelli in cui è avvenuto il completo rimescolamento per cui la concentrazione di fosforo è praticamente uguale a tutte le profondità e quindi da considerare accurata. Negli anni in cui il valore della concentrazione varia con la profondità, è una valutazione che può comportare approssimazioni dell'ordine del 10%. Come si vede il fosforo che era 8,1 µg/l nel 2005 è aumentato a 16,2 µg/l nel 2017. Il Piano di Gestione (2009) raccomandava di non superare 10 µg/l e indicava altre misure da adottare, ma fu ignorato.

The table shows the phosphorous concentration in µg/l during the time of maximum mixing (February - March) and January 2017. The first column of the table shows the seven depths at which water samples were taken. The first line indicates the year. The years highlighted (2004, 2005, 2011, 2012, 2017) are those in which the concentration of phosphorus is practically the same at all depths. Therefore to be considered precise. During the years when the concentration varied according to the depth may cause an approximation of 10%. In 2005 phosphorous was 8,1 µg/l, in 2017 it increased to 16,2 µg/l. The Management Plan of 2009 recommended not to exceed 10 µg/l and additional measures to follow, but it was disregarded.

Le tableau indique la concentration de phosphore total en µg/l au moment du mélange maximum des eaux (février-mars) et en janvier 2017. La première colonne indique les sept niveaux de prélèvement des échantillons d'eau, la première ligne celle de l'année de prélèvement. Les années 2004, 2005, 2011, 2012, 2017 sont celles où le mélange complet des eaux est advenu et que donc la concentration du phosphore y est pratiquement la même à toutes les profondeurs. Les années où la valeur de concentration varie en fonction de la profondeur, la moyenne pondérée, reportée à la dernière ligne, est une estimation qui dépend du volume d'eau attribué à chaque échantillon, indiqué dans la seconde colonne. Le taux d'approximation est de 10%. On constate que le phosphore, qui était de 8,1 µg/l en 2005, est passé à 16,2 en 2017. Le Plan de Gestion (2009) recommandait de ne pas dépasser 10 µg/l.

Die Tabelle zeigt die totale Phosphorkonzentration in µg/l, nach maximaler Durchmischung (Februar – März), und zudem für Januar 2017. Die erste Spalte zeigt die Tiefen an, bei welchen die Wasserproben entnommen wurden; die erste Zeile das Jahr der Messung. Hervorgehoben sind die Jahre (2004, 2005, 2011, 2012, 2017), in denen eine vollständige Durchmischung stattgefunden hat, der Phosphorgehalt dadurch für alle Tiefen praktisch gleich war und damit als sehr genau angesehen werden kann. Für die Jahre, in denen die Konzentration mit der Tiefe variiert, muss sie zur Bestimmung des Mittelwerts interpoliert werden. Dies kann zu einer Ungenauigkeit von circa 10% führen, weil jeder Probe ein Wasservolumen, für welches sie repräsentativ ist (in der zweiten Spalte angegeben), zugeordnet werden muss. Man sieht, dass 2005 die Phosphorkonzentration bei 8,1 µg/l lag, und Anfang 2017 bei 16,2 µg/l. Im Bewirtschaftungsplan (2009) war angegeben, dass sie 10 µg/l nicht überschreiten sollte.



I grafici riportano i monitoraggi dell'ossigeno effettuati con la sonda multiparametrica nell'anno 2012 nel quale vi è stato l'ultimo precedente completo rimescolamento. In verticale è indicata la profondità. Il primo profilo mostra che in marzo a tutte le profondità l'ossigeno era 11 mg/l. Il secondo profilo mostra che in dicembre dello stesso anno l'ossigeno era esaurito. Molto peggio accade quando il rimescolamento non è avvenuto. Ed infatti nel 2016 sono stati registrati al fondo 9 metri senza ossigeno. Durante i primi giorni del 2017 si sono avute imprevedibili giornate di freddo e forti venti di tramontana: il lago si è completamente rimescolato e lo spessore anossico è scomparso. Nell'immediato l'emergenza anossia è temporaneamente finita ma si ripeterà in modo ancora più grave in futuro se non si ridurrà l'arrivo di fosforo dal bacino.

The graphs show the oxygen monitoring done with the multiparameter probe in 2012, and this was the last year, before 2017, where there was a complete mixing of the lake water. The vertical line indicates depth. The first profile shows that in March oxygen was 11 mg/l at all depths. The second profile shows that in December, the oxygen was exhausted at the bottom. It would be much worse if there were no mixing at all. Indeed, in 2016 we measured 9 m without oxygen at the bottom. At the beginning of 2017 we had unforeseen days of cold and strong wind: the lake mixed completely and the anoxic layer was cancelled. So far the anoxic emergency is temporarily ended, but will be repeated again if the arrival of phosphorous from the basin is not reduced.

Les graphiques indiquent l'évolution de l'oxygénation, grâce aux mesures de la sonde prises en 2012, dernière année, avant 2017, où un mélange des eaux a été relevé. A la verticale est indiquée la profondeur. Le premier graphique montre qu'en mars l'oxygène était de 11 mg/l à toutes les profondeurs. Le second montre qu'en décembre l'oxygène avait été épuisé. La situation est pire quand le brassage des eaux n'a pas lieu. Et de fait, en 2016, on a relevé que 9 mètres de fond étaient sans oxygène. Début 2017, à l'imprévu il y a eu des jours de froid et du fort vent de Tramontana: en conséquence, un mélange complet des eaux a eu lieu et l'anoxie a disparue. Pour éviter l'anoxie dans l'avenir, il faut réduire l'apport du phosphore du bassin.

Diese Schaubilder zeigen die Tiefenprofile des Sauerstoffgehalts, die im Jahr 2012 gemessen wurden – im Jahr der letzten vollständigen Durchmischung. Das erste Profil gibt an, dass im März für alle Tiefen der Sauerstoffgehalt bei 11 mg/l lag. Aus dem zweiten Profil sieht man, dass im Dezember in großen Tiefen Anoxie vorlag. Die Lage ist weit ungünstiger wenn keine vollständige Durchmischung stattgefunden hat. So beobachten wir im Jahr 2016 Anoxie in einer 9 m starken Wasserschicht am Grund. Anfang 2017 haben ungewöhnliche Kälte und starke Tramontanawinde den See vollständig durchmischt und die sauerstoffarme Schicht ist verschwunden. Um in der Zukunft das Auftreten der Anoxieschicht zu verhindern, müssen wir den Phosphoreintrag vermindern.

INTERVENTI PROPOSTI DALLA REGIONE LAZIO

Il lago di Bolsena è incluso fra le Zone Speciali di Conservazione regolate dalla Direttiva 2000/60/CE recepita con il D.Lgs.3/4/2006 n.152 che prevede misure adeguate per ripristinare e conservare lo stato ecologico del lago. Le misure proposte dalla Regione Lazio sono elencate nel D.G.R. 162 del 14/4/2016 all.1 pag 89/90. In breve sono:

- mantenere il livello programmato del lago;
- migliorare la pesca alla carpa;
- migliorare le ancore delle imbarcazioni turistiche.

TALI MISURE NON RIDUCONO L'AFFLUSSO DEL FOSFORO
debbono essere considerate anche le attività nel bacino che hanno un impatto sul lago

MEASURES PROPOSED BY LAZIO REGION

Lake Bolsena is included among the Special Areas of Conservation regulated by Directive 2000/60 / EC transposed in the DL 3 4/2006 providing for measures to restore and preserve the ecological status of the lake. The measures proposed by the Lazio Region are listed in the DGR 162 of 04/14/2016: in short they are:

- maintain the planned level of the lake;
- improve the carp fishing;
- improve the anchors of tourist boats.

SUCH MEASURES DO NOT REDUCE THE INFLUX OF PHOSPHORUS
Also the activities in the hydrological basin having an influence on the lake must be considered

MESURES PROPOSÉES PAR LA RÉGION LATIUM

Le lac de Bolsena a été classé dans les Zones Spéciales de Conservation (ZSC) régulées par la directive 2000/60/CE avec décret d'application 3/4/2006, qui prévoit des mesures visant à restaurer et conserver l'état écologique du lac. La liste des mesures proposées par la Région Latium se trouve dans le DGR 162 du 14/4/2016. En bref il s'agit

- de maintenir le niveau programmé du lac;
- améliorer la pêche de la carpe;
- améliorer le mouillage des embarcations de tourisme.

DE TELLES MESURES N'ONT AUCUN EFFET SUR L'AFFLUX DE PHOSPHORE
Il faut considérer aussi les activités dans le bassin ayant un effet sur le lac

VON DER REGION LAZIO VORGESCHLAGENE MASSNAHMEN

Der Bolsenasee ist „Besonderes Erhaltungsgebiet“, und das Gesetz (die Richtlinie (EU) 2000/60/EG, umgesetzt im Gesetzesdekret D.L. 3/4/2006) schreibt angemessene Maßnahmen zu seiner Erhaltung und Sanierung vor. Die Region Lazio hat folgende Maßnahmen beschlossen (D.G.R. 162, 14/4/2016):

- Regulierung des Seepegels innerhalb bestimmter Grenzen;
- bessere Richtlinien für die Karpfenangelei
- bessere Richtlinien für die Bootsanker.

KEINERLEI MASSNAHMEN UM DEN PHOSPHOREINTRAG ZU REDUZIEREN
Auch im Umfeld des Sees stattfindende Aktivitäten müssen berücksichtigt werden

INTERVENTI NECESSARI PER LA CONSERVAZIONE ED IL RIPRISTINO DELLA ZSC

1. Revisione e aggiornamento del collettore circumlacuale esistente inclusa la verifica della tenuta impermeabile del sistema.
2. Adozione di soluzioni di tutela per la parte mancante di collettore a ponente eventualmente con impianti di fitodepurazione.
3. Aggiornamento e applicazione del Piano di Gestione (PdG) a suo tempo finanziato dalla Comunità Europea.
4. Verifica se le fognature dei comuni, delle attività turistiche e delle case private isolate sono collegate al collettore. In assenza, per le case isolate collegate ad una fossa biologica a perdere, incentivazione di soluzioni efficaci ed economicamente fattibili.
5. Istituzione del contratto di lago da parte della Regione Lazio che prevede risorse economiche per la tutela del lago (L.R. 31/12/2016 n. 17)
6. Creazione di fasce tampone lungo i corsi d'acqua afferenti al lago.
7. Per evitare sversamenti inquinanti in caso di piogge intense, provvedere specifiche soluzioni nelle stazioni di sollevamento del collettore che oltre ai liquami ricevono acque piovane.
8. Incentivo supplementare per l'agricoltura biologica nel bacino.
9. Adeguato finanziamento per la manutenzione del collettore e delle stazioni di sollevamento.
10. Proibizione della geotermia a media e alta entalpia nel bacino idrogeologico del lago.

ACTION REQUIRED FOR THE CONSERVATION AND RESTORATION OF THE LAKE

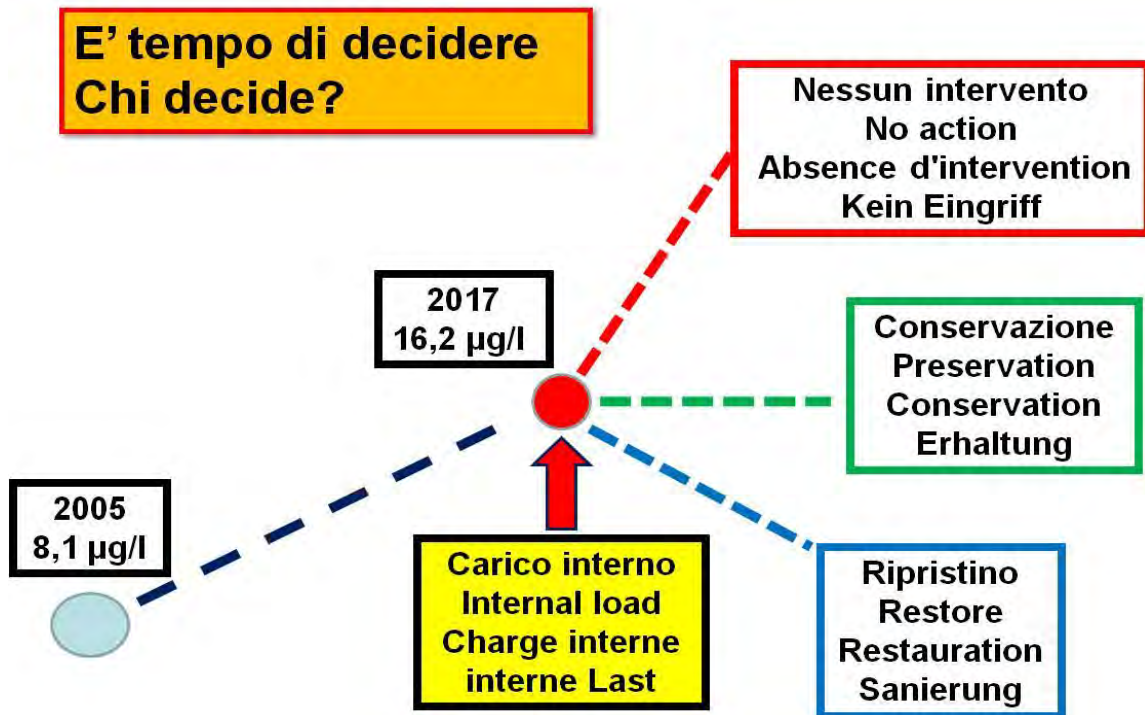
1. Repair and upgrade the existing pipeline around the lake and verify the absence of leaks.
2. Adopt a solution for the construction and control of the missing parts of the pipeline by means of phytodepuration plants.
3. Update and implement the Management Plan (PDG) funded by the European Community.
4. Verify that the drains of the municipalities, tourist and private business houses are connected to the collector. In case of absence, propose alternative solutions.
5. Activate the "Contratto di Lago" with the Lazio Region which provides economic support.
6. Create riparian buffer strips around the affluents and the lake.
7. Install specific treatment plants for sewage water flowing out of the pumping stations caused by excess of rain.
8. Provide additional incentives for organic farming in the basin.
9. Provide adequate financing for the maintenance of the pipeline and the pumping stations.
10. Prohibit deep geothermal plants within the hydrologic basin of the lake.

INTERVENTIONS NÉCESSAIRES POUR LA CONSERVATION ET LA RESTAURATION DE LA ZSC

1. Réparation du réseau d'assainissement ceinturant en partie le lac et contrôle de son imperméabilité
2. Pour la partie manquante à l'ouest, adoption de mesures de protection équivalentes, éventuellement par phytoépuration
3. Mise à jour et activation du Plan de Gestion (PdG) qui a été financé par la Communauté Européenne
4. Vérification que tous les égouts des communes, des installations touristiques et des habitations sont bien connectés au réseau entourant le lac. A défaut, aide pour les habitations isolées afin de trouver une solution efficace et économiquement soutenable
5. Mise en place par la région du contrat de lac qui prévoit des ressources économiques pour le lac (Loi Régionale 31/12/2016 n. 17))
6. Création de zones tampon le long des cours d'eau interférant avec le lac
7. Mise en place de systèmes de traitement des eaux reversées dans le lac à partir des stations de pompage au moment des fortes pluies
8. Renforcement de l'aide à l'agriculture biologique autour du lac
9. Financement de la maintenance du réseau d'égouts
10. Interdiction de la géothermie dans le bassin hydrologique du lac.

ZUR ERHALTUNG UND SANIERUNG DES BESONDEREN ERHALTUNGSGEBIETS (BEG) NOTWENDIGE MASSNAHMEN

1. Reparatur und Modernisierung der bestehenden Ringkanalisation mit Dichtigkeitsprüfung des gesamten Systems.
2. Lösung des Abwasserproblems auf der nicht vom Ringkanal abgedeckten Westseite des Sees, eventuell mittels Pflanzenkläranlagen.
3. Aktualisierung und Anwendung des von der EU finanzierten Bewirtschaftungsplans.
4. Überprüfung und Zertifizierung des Anschlusses der Kanalisation von Gemeinden, Tourismusunternehmen und Privathäusern an den Ringkanal. Finanzielle Unterstützung für effiziente und saubere Lösungen.
5. Abschluss des „Seevertrags“ mit Bereitstellung von Mitteln für den Schutz des Sees ((L.R. 31/12/2016 n. 17).
6. Schaffung von Pufferstreifen an den in den See fließenden Gewässern.
7. Besondere Kläranlagen für nach starken Regenfällen aus den Pumpstationen austretendes Abwasser.
8. Zusätzliche Förderungsmaßnahmen für die biologische Landwirtschaft rund um den See.
9. Bereitstellung von Mitteln für den Unterhalt des Ringkollektors nach seiner Reparatur und Vervollständigung.
10. Verbot von Mittel- und Hochenthalpie-Geothermieanlagen im hydrogeologischen Einzugsgebiet des Sees.



Riassumendo, dal 2005 al gennaio 2017 il fosforo è aumentato da 8 a 16,2 µg/l. Da Luglio 2016 è stata registrata una iniziale assenza di ossigeno nello strato di acqua al fondo che in Dicembre ha gradualmente raggiunto lo spessore di 9 metri. Nel gennaio del 2017, il rimescolamento ha cancellato lo strato anossico ed è quindi temporaneamente cessato il rilascio di fosforo dai fondali. Allo stesso tempo ha distribuito nel corpo d'acqua il fosforo che si era accumulato sul fondo rendendo palese il continuo aumento della sua concentrazione. In futuro continuando l'attuale gestione del lago il trend del fosforo si impennerà a causa dell'aggiunta del carico interno con il probabile ripetersi dell'anossia.

From 2005 to 2017 phosphorus increased from 8,1 to 16,2 µg/l. Starting from July 2016 we recorded absence of oxygen in the bottom layer of the lake water. This layer gradually increased its thickness to 9 meters. In January 2017 the complete mixing of the lake cancelled the anoxic layer, therefore the release of phosphorus from the bottom of the lake has temporarily ended. At the same time phosphorus accumulated at the bottom was distributed in the lake evidencing the increase of its concentration. With the current management of the lake, phosphorus will increase. Appropriate measures are needed to conserve and to restore our lake.

En résumé, de 2005 à 2017, le phosphore est passé de 8,1 à 16,2 µg/l. Depuis juillet 2016, une absence d'oxygène a d'abord été enregistrée dans la couche profonde du lac, qui en décembre a progressivement atteint les 9 mètres. Puis en janvier 2017, le brassage complet des eaux a éliminé cette couche d'anoxie, ce qui a temporairement interrompu le relâchement de phosphore provenant des fonds. En même temps, le brassage a réparti le phosphore du fond, dans toute la masse de l'eau, rendant évidente l'augmentation continue de la concentration de phosphore dans le lac. Si la gestion actuelle du lac se poursuit, le phosphore augmentera encore à cause des apports internes de phosphore provoqués par des nouveaux et probables états d'anoxie.

Fassen wir zusammen: im Zeitraum von 2005 bis zum Januar 2017 hat sich der Phosphorgehalt verdoppelt. Von Juli 2016 an beobachten wir Sauerstoffmangel am Seegrund der sich mit der Zeit ausdehnt und schließlich eine Stärke von 9 m erreicht. Im Januar 2017 hat die vollständige Durchmischung dem Sauerstoffmangel und der Phosphorfreisetzung aus dem Sediment ein Ende gesetzt. Gleichzeitig wurde der Phosphor gleichmäßig im See verteilt und damit der kontinuierliche Anstieg seiner Konzentration bestätigt. Angemessene Maßnahmen zur Erhaltung und Sanierung der Seegesundheit sind unumgänglich, wenn wir einen weiteren starken Anstieg des Phosphorgehalts auf Grund der sich wiederholenden Anoxie vermeiden wollen.

LA GEOTERMIA

Gli impianti geotermici che trasferiscono fluidi da una zona ad un'altra del sottosuolo rappresentano una seria minaccia per l'inquinamento dell'acquifero del lago di Bolsena oltre ad aumentare il rischio sismico del territorio. L'impianto geotermico previsto a Castel Giorgio, la cui centrale è posta sul confine del bacino idrogeologico del lago di Bolsena, preleverebbe in Umbria 1000 tonnellate all'ora di fluido geotermico da sotto il bacino del Tevere con pozzi profondi 1100 metri e, dopo avergli sottratto calore nella centrale, lo riverserebbe raffreddato nel Lazio sotto il bacino idrogeologico del lago di Bolsena con pozzi devianti profondi 2300 metri.

Nel sottosuolo la distanza fra la zona di prelievo e quella di reiniezione è di alcuni chilometri. La società proponente ipotizza;

1. che fra la zona di reiniezione e quella di prelievo vi sia intercomunicazione idraulica per cui il fluido reiniettato tornerebbe per via ipogea nella zona di prelievo;
2. che sia impermeabile la roccia di copertura interposta fra il serbatoio geotermico e l'acquifero superficiale del lago di Bolsena.

Le suddette ipotesi sono validamente confutate dalla relazione geologica del prof. Gianluca Vignaroli et al.: "*Structural compartmentalisation of a geothermal system, the Torre Alfina field (central Italy)*" pubblicata sulla rivista scientifica specializzata "Tectonophysics" 608 (2013) pagg 482-498. Il lavoro degli illustri cattedratici ha un notevole spessore scientifico e si avvale di una ricerca dettagliata e minuziosa fatta sul campo con nuove misure ed acquisizione di dati originali.

Il lavoro dimostra, in maniera inequivocabile, come i sistemi di faglie presenti nel serbatoio carbonatico interessato dal progetto geotermico agiscono da barriera impermeabile al movimento orizzontale dei fluidi creando dei "compartimenti stagni". E' quindi improbabile che i fluidi reiniettati nel serbatoio carbonatico tornino attraverso vie sotterranee alla zona di prelievo. Si tratta di volumi enormi: 1000 tonnellate all'ora per 24 ore per 365 giorni per 25 anni. Con grande probabilità si verificherebbe un travaso da una zona all'altra provocando nel tempo movimenti delle faglie che potrebbero favorire l'innesco di terremoti.

Per quanto riguarda i flussi in senso verticale il lavoro del prof. Vignaroli menziona modelli matematici relativi alla convezione dei fluidi (e.g. McLellan et al., 2010; Oliver et al., 2006), che fanno presumere che le discontinuità tettoniche nell'area interessata possano avere la funzione di canale preferenziale per l'ascesa verticale dei fluidi, mettendo in comunicazione livelli strutturali differenti di rocce del sistema geotermale e facilitando il flusso di adduzione. Ciò è confermato dal geologo dottor Giuseppe Pagano, direttore di miniera di numerose terme locali, il quale ritiene che la roccia di copertura del serbatoio geotermico non sia idonea per impedire l'ascesa di fluidi geotermici nell'acquifero del lago di Bolsena se sottoposti alla pressione di reiniezione.

In conclusione le due ipotesi della società proponente non sono valide: (1) la zona di reiniezione e quella di prelievo sono difficilmente intercomunicanti per cui pompando grandi quantità di fluidi dal compartimento produttivo a quello della reiniezione si creerebbe depressione nel primo e sovrappressione nel secondo. Tale travaso da una zona all'altra causerebbe scompensi pressori e termici che sono possibili cause di sismi; (2) la pressione nella zona di reiniezione provocherebbe la risalita di fluido geotermico contenente arsenico ed altre sostanze cancerogene nell'acquifero superficiale del lago di Bolsena inquinandolo.

Molte società, attratte dagli alti incentivi offerti dalla geotermia, hanno chiesto concessioni minerarie nel bacino del lago di Bolsena per il fatto che è una zona promettente, interessata da vulcanismo recente e, quindi, da elevato gradiente geotermico. Da qui la necessità che fra le misure di tutela della Zona Speciale di Conservazione venga incluso anche il divieto degli impianti geotermici che movimentano fluidi nel sottosuolo del bacino idrogeologico del lago di Bolsena.

Comunque sia è d'obbligo il principio della precauzione.

GEOTHERMAL POWER PLANTS

Geothermal plants that transfer liquids under the ground from one area to another represent a serious threat of pollution to the aquifer of Lake Bolsena as well as an increasing risk of earthquakes in the area. The geothermal plant planned in Castel Giorgio, is located on the border of the hydrological basin of Lake Bolsena. It would withdraw in Umbria 1.000 metric tons per hour of geothermal fluid from beneath the basin of the Tiber by means of wells 1.100 meters deep and, after extracting heat at the plant, the cooled fluid would be re-injected in Lazio under the hydrological basin of lake Bolsena by deviated wells 2300 meters deep.

In the subsoil the distance between the withdrawal zone and the reinjection would be various kilometers. The operating company presumes :

1. that between the reinjection zone and the withdrawal zone there is hydraulic intercommunication and therefore the re-injected fluid would return underground to the withdrawal zone;
2. that the rock interposed between the deep geothermal reservoir and the surface aquifer of Lake Bolsena is waterproof.

The above assumptions are validly refuted by the geological report of prof. Gianluca Vignaroli et al. : "Structural compartmentalisation of a geothermal system, the Torre Alfina field (central Italy)" published in the scientific journal "Tectonophysics" 60 (2013) pp 482-498. The work of the distinguished professors is presented with considerable scientific detail and meticulous research has been done in the field with new measures and acquisition of original data.

This article demonstrates, unequivocally, how the fault systems in the carbonate reservoir concerned by the geothermal project act as an impermeable barrier to the horizontal movement of fluids creating independent compartments. And it is therefore highly unlikely that in the carbonate reservoir the re-injected fluids would return underground to the area from where they were withdrawn. We are talking of huge volumes: 1000 metric tons per hour for 24 hours for 365 days for 25 years. With great probability it will cause a permanent transfer from one area to another, causing with time the movements of faults that may trigger earthquakes.

Regarding vertical flows, the work of prof. Vignaroli mentions mathematical models related to fluid convection (eg McLellan et al., 2010; Oliver et al., 2006), which lead to assume that tectonic discontinuities in the concerned area can have preferential channels for vertical rise of fluids, putting in communication different structural levels of rocks of the geothermal system and facilitating the flow of advection. This is confirmed by the geologist Dr. Giuseppe Pagano, director of mines of many important local geothermal resorts, who confirms that the cap rock of the geothermal reservoir is not suitable to prevent the rise of pressured geothermal fluids in the aquifer of Lake Bolsena.

In conclusion the two hypotheses of the applicant company are not valid: (1) the reinjection zone and the withdrawal zone are of improbable intercommunication, whereby pumping large quantities of fluids from the production area to the re-injection one, would create depression in the first and overpressure in the second one. This transfer of water from one area to another would cause pressure and thermal imbalances that are possible causes of earthquakes; (2) the pressure in the reinjection area would cause the ascent of geothermal fluid containing arsenic and other carcinogens to the aquifer of Lake Bolsena.

Many companies, attracted by high incentives offered by the geothermal energy have asked for mining concessions around Lake Bolsena for the fact that it is a promising area affected by recent volcanism and thus by high geothermal gradient. Hence in this Zone of Special Conservation geothermal plants, that move deep fluids under the hydrological basin of Lake Bolsena, must be prohibited

Anyway the principle of precaution is compulsory.

LA GÉOTHERMIE

Les systèmes géothermiques, qui transfèrent des fluides souterrains d'une zone à une autre, constituent une sérieuse menace de pollution de l'eau du lac de Bolsena, sans compter le risque sismique accru. De fait l'installation géothermique prévue à Castel Giorgio, située à la limite du bassin hydrologique du lac de Bolsena, prélèverait, en Ombrie, 1000 tonnes d'eau chaude à l'heure, dans des puits profonds de 1100 mètres creusés sous le lit du Tibre. Après extraction des calories, ces tonnes d'eau refroidies seraient reversées dans le Latium, sous le bassin hydrologique du lac de Bolsena, dans des puits profonds de 2300 mètres.

La distance entre la zone de prélèvement chaud et celle de réinjection froide est de quelques kilomètres. La société, en charge du projet, fait deux hypothèses :

- Qu'il y a une interconnexion hydraulique entre les zones de réinjection et de prélèvement et que donc les fluides refroidis retourneraient par voie hypogée au lieu de prélèvement des fluides chauds.
- Que la roche séparant le réservoir géothermique et le bassin hydrologique du lac de Bolsena est imperméable.

Ces hypothèses sont contestables sur la base de l'article «*Structural compartmentalisation of a geothermal system, the Torre Alfina field (central Italy)*», publié dans la revue «*Tectonophysics*» 608 (2013) p. 482-498, rédigé notamment par le Professeur Gianluca Vignaroli. D'autres éminents chercheurs y ont contribué.

Cet article, fondé sur des recherches scientifiques détaillées, démontre comment la discontinuité tectonique de la couche carbonatée visée par le projet géothermique, agit comme une barrière imperméable face aux mouvements horizontaux des fluides en créant des compartiment étanches. Il est donc peu probable que les fluides injectés dans le réservoir reviennent par voie souterraine vers la zone de prélèvement.

Il s'agit de volumes énormes : 1000 tonnes à l'heure pendant 365 jours durant 25 ans. La probabilité serait plutôt que ce soutirage impressionnant d'une zone à l'autre déclencherait des mouvements sismiques.

En ce qui concerne les flux verticaux, le professeur Vignaroli cite dans ses travaux des modèles mathématiques sur la convection des fluides (e.g. McLellan et al., 2010 ; Oliver et al., 2006), qui font supposer que la discontinuité tectonique de la zone concernée peut jouer le rôle de canal préférentiel pour la montée des fluides, mettant en communication différents niveaux structurels des roches du système géothermique et facilitant le flux vertical.

En conclusion, les deux hypothèses de la société en charge du projet ne sont pas valables. (1) La zone de réinjection et la zone de prélèvement peuvent difficilement communiquer. Le pompage de grandes quantités de fluides d'un lieu à l'autre créerait une dépression dans l'un et une compression dans l'autre, possibles causes de tremblement de terre; (2) En outre la pression exercée dans la zone de réinjection, provoquerait la remontée du fluide géothermique, contenant de l'arsenic et autres substances cancérigènes, dans l'eau du bassin hydrologique du lac se trouvant au-dessus.

Plusieurs sociétés, attirées par les potentialités de la géothermie, ont demandé des concessions minières dans le bassin du lac de Bolsena, zone volcanique supposée rentable. D'où la nécessité d'interdire ce type de géothermie qui recourt à des techniques de forage très profond, impliquant des flux souterrains sous pressions.

Le principe de précaution s'impose donc ici.

DIE GEOTHERMIE

Die Erdwärmekraftwerke, welche geothermische Flüssigkeiten in großen Tiefen von einem Ort zum anderen transferieren, bergen in sich ernsthafte potentielle Risiken. Sie können eine Verschmutzung des Grundwasserreservoirs des Bolsenasees herbeiführen und darüber hinaus die Erdbebengefahr im Umland des Sees erhöhen. Die Zentrale der in Castel Giorgio vorgesehenen Geothermieanlage befindet sich am Rand des hydrogeologischen Einzugsgebiets des Sees und würde in 1100 m tiefen Bohrungen unter dem Flussbecken des Tibers, in der Region Umbrien, 1000 Tonnen geothermischen Fluids in der Stunde entnehmen. Dieses würde, nach Wärmeentzug in der Zentrale, mit niedriger Temperatur mittels seitlicher Tiefbohrungen in einer Tiefe von 2300 m in den Untergrund zurückgeführt.

Dabei beträgt der Abstand zwischen dem Punkt der Entnahme und dem der Rückführung einige Kilometer. Die antragstellende Gesellschaft geht von zwei Hypothesen aus: (1) zwischen dem Entnahmepunkt und dem Injektionspunkt kann sich das Fluid ungehindert bewegen und daher unterirdisch ohne weiteres zum Entnahmepunkt zurückkehren; (2) die Felsschicht zwischen dem Grundwasserbecken des Bolsenasees und dem Geothermiereservoir ist undurchlässig.

Wie der Artikel von Prof. Gianluca Vignaroli et al. mit dem Titel: "*Structural compartmentalisation of a geothermal system, the Torre Alfina field (central Italy)*", veröffentlicht in "Tectonophysics" 608 (2013), S. 482-498, beweist, sind beide Hypothesen nicht zutreffend. Diese von renommierten Wissenschaftlern gezeichnete Studie basiert auf detaillierten und zuverlässigen Messungen und Analysen.

Die Arbeit zeigt eindeutig, wie in dem das Geothermiereservoir charakterisierenden Karbonatfelsen das Verwerfungssystem abgeschlossene Bereiche bildet, welche die horizontale Flüssigkeitsbewegung vollständig verhindern. Es ist also unwahrscheinlich, dass die injizierte Flüssigkeit im Geothermiereservoir in den Entnahmebereich zurückströmen kann. Es handelt sich um erhebliche Volumen: 1000 Tonnen Geothermiefluid pro Stunde, 24 Stunden lang in 365 Tagen für 25 Jahre. Mit großer Wahrscheinlichkeit verursachen die resultierenden Druckunterschiede Bewegungen in den Verwerfungen, welche Erdbeben induzieren können.

Was die vertikalen Flüssigkeitsströme betrifft, erwähnt die Arbeit von Vignaroli et al. mathematische Modelle für Konvektionsströme (z. B. McLellan et al., 2010; Oliver et al., 2006), welche darauf hindeuten, dass die tektonischen Diskontinuitäten in dem betrachteten Gebiet die Bildung von Kanälen für das Aufsteigen der Flüssigkeiten begünstigen. Dadurch könnten die verschiedenen Strukturschichten des Gesteins im thermalen System kommunizieren und für aufsteigende Flüsse durchlässig werden. Diese Schlussfolgerung wird von Dr. Pagano, Geologe und Leiter verschiedener örtlicher Thermen, geteilt, welcher der Ansicht ist, dass die Gesteinsabdeckung des Geothermiereservoirs nicht dazu geeignet ist, die durch die Druckunterschiede bei Injektion verursachten vertikalen Flüsse ins Grundwasserreservoir des Bolsenasees zu unterbinden.

Es folgt also, dass die beiden grundlegenden Annahmen der antragstellenden Firma nicht zutreffen: (1) zwischen der Injektionszone und dem Entnahmebereich ist der Flüssigkeitsaustausch stark behindert, so dass der Transfer großer Flüssigkeitsvolumen um den Entnahmepunkt eine negative Druckdifferenz zur Umgebung schafft, und in der Injektionszone Überdruck erzeugt. Die resultierenden Druck- und Temperaturunterschiede können Erdbeben verursachen. (2) Der Überdruck um den Injektionspunkt begünstigt das Aufsteigen des geothermischen Fluids, welches das Grundwasservorkommen des Bolsenasees mit Arsen und anderen krebserregenden Stoffen verschmutzen würde.

Angelockt durch die beträchtlichen staatlichen Zuschüsse für Geothermiekraftwerke, haben mehrere Gesellschaften Konzessionen zur Ausbeutung der Erdwärme flächendeckend rund um den Bolsenasee beantragt, ein Gebiet mit jungem Vulkanismus und damit hohem geothermischem Gradienten, und deswegen wirtschaftlich interessant. Aus diesem Grund und wegen ihres hohen Gefahrenpotentials ist es imperativ, in die Schutzmaßnahmen für das Besondere Erhaltungsgebiet das Verbot für Geothermiekraftwerke aufzunehmen, da sie bedeutende unterirdische Ströme geothermischer Flüssigkeiten induzieren.

Auf jeden Fall ist das Vorsorgeprinzip anzuwenden.

CONCLUSIONI

Il lago di Bolsena, osservato in superficie, appare, oltre che bellissimo, in buona salute. Preoccupano invece i monitoraggi fisici e chimici che registrano il progressivo aumento della concentrazione del fosforo nel corpo d'acqua che causa l'esaurimento dell'ossigeno disciolto al fondo. E' una situazione che anticipa un processo degenerativo che, in mancanza di azioni correttive, porterà al declassamento qualitativo, con grave danno ambientale ed economico.

Nel testo che precede abbiamo visto che il fosforo è una sostanza che aumenta la produzione del fitoplancton e con esso degli animali che se ne cibano. Il fosforo viene eliminato con la deposizione delle spoglie vegetali ed animali che cadono sul fondo del lago dove vi rimangono segregate come sedimenti. Se la quantità delle spoglie eccede quella che può per essere trattenuta nei sedimenti, parte del fosforo rimane in soluzione aggiungendosi ogni anno alle eccedenze precedenti. Ne consegue un progressivo accumulo nel corso degli anni. In caso di grave mancanza di ossigeno al fondo una ulteriore quantità di fosforo viene rilasciata dai vecchi sedimenti aggiungendosi al carico esterno esistente.

Nel lago di Bolsena il graduale aumento della concentrazione del fosforo nel corso degli anni è riportato nella tabella a pagina 23. In essa si vede che il fosforo, che era 8,1 microgrammi per litro ($\mu\text{g/l}$) nel 2005 è gradualmente aumentato fino a 16,2 $\mu\text{g/l}$ nel Gennaio del 2017. Mancano del tutto studi sugli effetti di tale consistente aumento del fosforo sulla produzione algale e su altri importanti settori biologici. Per quanto riguarda l'ossigeno la registrazione con la sonda multiparametrica effettuata nel dicembre 2016 e riportata a pag. 24 mostra la presenza al fondo di uno strato senza ossigeno di circa 9 metri. Nello strato anossico è presente ammoniaca che è indice di decomposizione anossica in atto.

Come specificato a pag. 25 la normativa dispone che gli'habitat dei laghi inclusi fra le Zone Speciali di Conservazione, come il lago di Bolsena, debbano essere conservati ed eventualmente ripristinati prendendo a riferimento l'anno 2007. Le misure deliberate dalla regione Lazio non ridurranno la concentrazione di fosforo, né elimineranno lo strato anossico. Per tentare il ripristino occorrono le misure indicate alle pagine 26 e 27.

Le alternative oggi possibili sono illustrate schematicamente a pag. 28 nella quale è indicato il trend del fosforo dal 2005 al 2017. Se non si prenderà alcun efficace provvedimento per ridurre l'arrivo del fosforo il trend si impennerà ulteriormente per il rilascio di fosforo solubile da parte dei sedimenti causati dalle prevedibili future anossie. Eventuali provvedimenti che conservino l'attuale arrivo di fosforo non avrebbero senso, occorre quindi affrontare la difficile via del ripristino.

Abbiamo avuto la fortuna di avere nel gennaio 2017 un imprevedibile totale rimescolamento del corpo d'acqua, ma le variazioni climatiche in atto, con un aumento della temperatura atmosferica e inverni decisamente più miti, renderanno sempre meno frequenti i fenomeni di completa circolazione delle acque. Diminuirà così il recupero di ossigeno delle acque profonde, rendendo più importanti i fenomeni di rilascio di fosforo dai sedimenti. Sull'aspetto meteorologico non è possibile agire (grande freddo e persistente vento di tramontana in gennaio/febbraio), per cui è necessario un rigido controllo e riduzione del carico esterno, per invertire il trend in aumento del fosforo e della conseguente eutrofizzazione del lago.

Siamo arrivati ad una situazione di allarme che richiede interventi urgenti ed efficaci. La Regione Lazio deve riparare e completare la rete fognaria oltre che aumentare gli incentivi per la volontaria conversione all'agricoltura biologica non irrigua. Purtroppo, anziché incentivare l'agricoltura non trattata chimicamente, risulta che nel bacino del lago di Bolsena sarà incentivata la coltura delle nocciole che è quella che ha maggiormente inquinato il lago di Vico. Inoltre sarà incentivata la geotermia a media ed alta entalpia che movimentata fluidi inquinanti nel sottosuolo profondo.

La popolazione e le associazioni dovranno collaborare e vigilare l'evoluzione del loro lago ed agire affinché venga tutelato per l'elevato valore naturalistico e per l'economia del territorio.

Associazione Lago di Bolsena
Comitato Bolsena Lago d'Europa

CONCLUSION

At a first glance, apart from being very beautiful the lake also appears healthy. Instead the situation is very worrying. Physical and chemical monitors record the progressive increase of the phosphorus concentration in the water, causing further depletion of oxygen at the bottom. It is a degenerative process that, in the absence of corrective measures, will lead to the downgrading of the quality of the lake, with severe environmental and economic damages.

In the text which precedes we have seen that phosphorus is a substance that increases the production of phytoplankton and with it the animals that eat it. Phosphorus is eliminated with the deposition of plant and animal remains that fall to the bottom of the lake where they remain segregated as sediment. If the amount exceeds that which can be retained in the sediments, part of the phosphorus remains in solution which is then added to the previous years' surpluses. It forms a progressive accumulation over the years. In the event of a severe lack of oxygen at the bottom an additional amount of phosphorus is released from the old sediments adding to the existing external load.

The gradual increase of the phosphorus concentration over the years is given in the table on page 23. In it we see that the phosphorus, which was 8.1 micrograms per liter ($\mu\text{g/l}$) in 2005 gradually increased to 16,2 $\mu\text{g/l}$ in January 2017. There is a complete lack of studies on the effects of such a significant increase of phosphorus on algal production and other important biological areas.

Regarding the oxygen, the recordings with the multiparametric probe carried out in December 2016 are reported on page 24. They show the presence of a layer at the bottom without oxygen of about 9 meters. Ammonia is present in the bottom layer which indicates that anoxic decomposition is taking place.

As stated on page 25 legislation provides that the habitat of lakes included in the Areas of Special Conservation, such as Lake Bolsena, should be preserved and possibly restored by referring to the year 2007. The measures approved by the Lazio Region do not reduce the concentration of phosphorus, nor eliminate the anoxic layer. In order to improve the situation we must apply the measurements set out on pages 26 and 27.

Today the possible alternatives are schematically illustrated on p. 28 where the phosphorus trend from 2005 to 2017 is shown. If we do not take any effective measure to reduce the arrival of phosphorus the trend will increase further due to the release of soluble phosphorus from the sediments. Attempting to preserve the status quo has no sense. We must undertake the difficult road of recovery.

Luckily in January 2017 we had an unexpected total re-mixing of the water, but the climatic changes taking place, with an increase in temperature and decidedly milder winters, will make less and less frequent this natural re-mixing. So there will be a decrease of oxygen in deep water and this will increase the release of phosphorus from the sediments. It is impossible to intervene in meteorological conditions (intense cold and persistent north wind in January/February), so we need a rigid control and reduction of the external load, to reverse the increasing trend of phosphorus, which cause eutrophication of the lake.

We have arrived at an alarming situation that requires urgent and effective interventions. The Lazio region must repair and complete the sewage system as well as increase incentives for voluntary conversion to organic farming. Unfortunately, instead of encouraging chemically untreated agriculture, it appears that in the area of Lake Bolsena the cultivation of hazelnuts is going to be encouraged which is what polluted lake Vico. What is more exploitation of geothermal energy that moves polluting fluids deep underground is being encouraged. The population and environmental groups must collaborate and monitor the evolution of their lake so that the nature and local economy is protected.

Associazione Lago di Bolsena
Comitato Bolsena Lago d'Europa

CONCLUSIONS

A première vue, le très beau lac de Bolsena semble en bonne santé. Cependant les relevés physico-chimiques sont inquiétants: ils signalent une augmentation progressive de la concentration de phosphore et une disparition corrélative de l'oxygène au fond du lac. Cela annonce un processus dégénératif qui, si rien n'est fait, portera à de graves dommages environnementaux et économiques.

Dans l'exposé qui précède, nous avons vu que le phosphore augmente la production de phytoplancton et en conséquence l'augmentation des animaux qui s'en nourrissent. Le phosphore est éliminé quand les végétaux et animaux morts tombent au fond du lac et s'y sédimentent. Si la quantité de ces retombées excède celle qui peut être sédimentée, une partie du phosphore reste en solution, s'ajoutant chaque année aux excédents précédents. En cas de manque important d'oxygène au fond du lac, une quantité supérieure de phosphore est relâchée par les vieux sédiments, s'ajoutant à la charge externe existante.

L'augmentation progressive de la concentration moyenne du phosphore au cours des années est reportée sur le tableau de la page 23. On y voit que le phosphore qui était de 8,1 microgrammes par litre ($\mu\text{g/l}$) en 2005 est progressivement passé à 16,2 $\mu\text{g/l}$ en Janvier 2017. Il n'y a pas d'étude sur les effets d'une telle augmentation du phosphore sur la production d'algues et sur d'autres aspects biologiques importants. En ce qui concerne l'oxygène, les derniers relevés effectués par une sonde en décembre 2016 (voir page 24) montrent l'absence d'oxygène au fond du lac sur une épaisseur d'environ 9 mètres. Dans cette couche, une présence d'ammoniaque indique qu'un grave processus de décomposition anoxique est en cours.

Comme indique page 25, la réglementation européenne exige que les habitats des lacs des Zones Spéciales de Conservation, comme le lac de Bolsena, doivent être conservés et éventuellement restaurés, en prenant comme date de référence l'année 2007. Les mesures adoptées par la Région du Latium ne réduiront pas la concentration du phosphore et n'élimineront pas la couche d'anoxie. Pour restaurer l'état du lac, les mesures indiquées pages 26 et 27 doivent être prises.

Les alternatives possibles sont schématiquement illustrées page 26, où figure également la courbe d'augmentation du phosphore de 2005 à 2017. Si aucune mesure efficace n'est prise pour réduire l'arrivée du phosphore, la courbe s'accroîtra à cause du phosphore libéré par les sédiments.

En janvier 2017, un imprévisible brassage complet des eaux s'est, par chance, produit. Cependant, les variations climatiques en cours, avec une augmentation de la température atmosphérique et des hivers nettement plus doux, rendront ce phénomène de circulation complète des eaux moins fréquent. Ce qui rendra plus difficile l'absorption d'oxygène par les eaux profondes et plus important le relâchement de phosphore par les sédiments. Il n'est pas possible d'agir sur les phénomènes météorologiques alors qu'il faudrait du froid intense et un vent persistant de tramontane en janvier/février pour favoriser la circulation des eaux. Il faut donc un sérieux contrôle et une réduction de la charge externe (arrivée de phosphore) pour renverser la courbe du phosphore et en conséquence l'eutrophisation du lac.

Nous sommes arrivés à une situation nécessitant la prise de mesures urgentes et efficaces. La Région du Latium doit d'une part réparer et compléter le réseau d'assainissement des eaux usées entourant le lac, et d'autre part encourager la conversion volontaire à une agriculture biologique sans irrigation, au lieu de soutenir l'implantation de la culture intensive des noisetiers, qui a déjà largement pollué le lac de Vico, et au lieu d'approuver des installations géothermiques polluantes à risque sismique.

La population et les associations doivent collaborer pour protéger leur lac, sa grande valeur environnementale, et l'économie qui en découle pour tout son territoire.

SCHLUSSFOLGERUNG

Der Bolsenasee ist wunderschön und scheint von außen besehen bei guter Gesundheit zu sein. Die Messungen physikalischer und chemischer Parameter geben jedoch Anlass zur Sorge: wir beobachten eine fortschreitende Zunahme des Phosphorgehalts im gesamten Wasserkörper und parallel dazu immer ausgeprägteren Sauerstoffmangel am Seegrund. Dies deutet auf einen degenerativen Prozess hin, welcher, wenn keine Sanierungsmaßnahmen ergriffen werden, eine Verschlechterung der Wasserqualität und damit schwere ökologische und wirtschaftliche Schäden bedingen wird.

Die vorausgehenden Ausführungen haben gezeigt, dass der Phosphor die Vermehrung des Phytoplanktons und damit der tierischen Lebewesen im See fördert. Der Phosphorgehalt wird reduziert durch die Ablagerung der pflanzlichen und tierischen Überreste auf dem Seeboden, wo sie als Sediment abgesondert werden. Wenn die Menge dieser Überreste zu groß wird, bleibt ein Teil des Phosphors in Lösung und sammelt sich im Lauf der Jahre an. Andauernder Sauerstoffmangel führt zudem zur Freisetzung von löslichem Phosphor aus dem Sediment, der sich zum externen Phosphoreintrag addiert.

Die schrittweise Zunahme des Phosphorgehalts im Bolsenasee ist in der Tabelle auf Seite 23 deutlich gemacht. Während die Konzentration im Jahr 2005 bei 8,1 Mikrogramm pro Liter ($\mu\text{g/l}$) lag, ist sie auf 16,2 $\mu\text{g/l}$ Anfang 2017 angewachsen. Wir wissen nichts darüber wie diese Zunahme sich auf die Biologie des Sees, wie zum Beispiel auf die Algenproduktion auswirkt. Was den Sauerstoff anbetrifft, zeigt die Messung mit der Multiparametersonde im Dezember 2016 (siehe Seite 24), dass in einer 9 Meter starken Schicht über dem Seeboden kein Sauerstoff mehr vorhanden ist. In dieser Schicht wird Ammoniak festgestellt, was auf anoxische Zersetzungsprozesse hinweist.

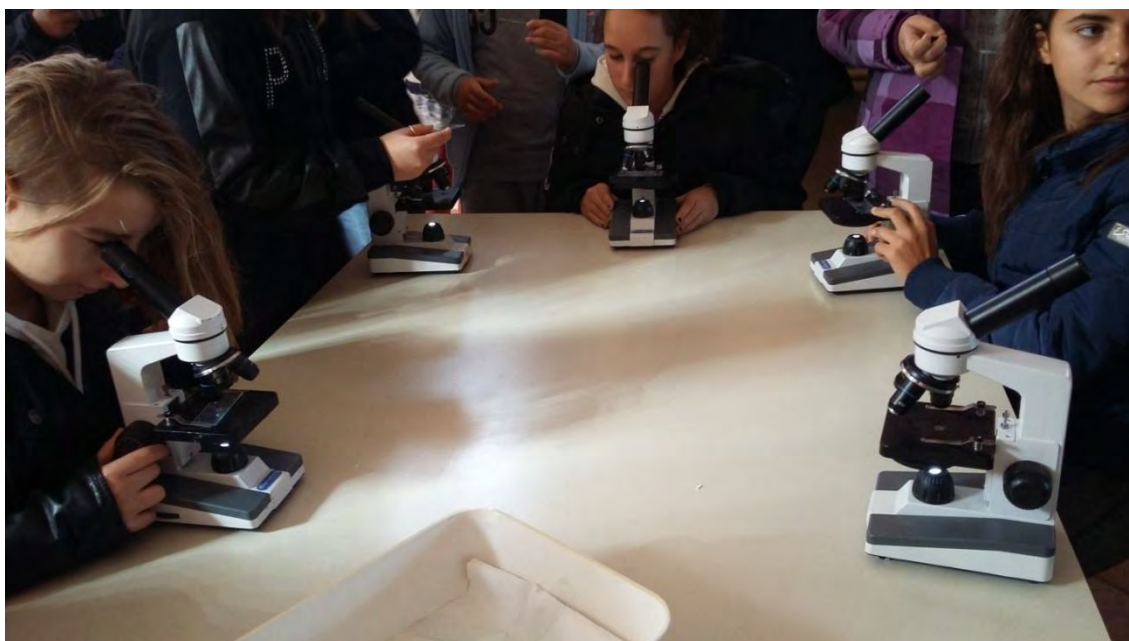
Die Gesetzgebung sieht, wie auf Seite 25 ausgeführt wird, vor, dass die Qualität der Lebensräume der als „Besondere Erhaltungsgebiete“ ausgewiesenen Seen erhalten und gegebenenfalls wiederhergestellt werden muss, wobei 2007 das Referenzjahr ist. Die zu diesem Zweck von der Region Lazio getroffenen Maßnahmen (siehe S. 26) sind völlig ungeeignet um den Phosphorgehalt zu reduzieren und den Sauerstoffmangel zu beheben. Im Sinne einer Sanierung sind die auf den Seiten 26 und 27 angeführten Maßnahmen nötig.

Heute stehen wir an einem Scheideweg. Das Schema auf Seite 28 zeigt, dass die Phosphorkonzentration stark zunehmen wird, wenn keine wirksamen Maßnahmen getroffen werden um den Phosphoreintrag zu vermindern: der Grund dafür ist die Rücklösung von Phosphor aus dem Sediment: der Bolsenasee droht „umzukippen“. Auch Maßnahmen, welche den Verschlechterungsgrad nur festschreiben, haben keinen Sinn: wir müssen den schwierigen Weg zur Sanierung einschlagen.

Glücklicherweise hat im Januar 2017 eine vollständige Durchmischung des Sees stattgefunden. Dies wird sich jedoch auf Grund der fortschreitenden Klimaveränderung – mit höheren Temperaturen im Jahresmittel und mildem Winterwetter - immer seltener einstellen. Damit wird der Prozess der Freisetzung von Phosphor an Bedeutung gewinnen. Wir können das Wetter nicht beeinflussen und müssen uns also darauf beschränken, den Phosphoreintrag aus dem Umland des Sees zu kontrollieren und zu vermindern. Nur so können wir die Tendenz zum Anwachsen der Phosphorkonzentration und damit zur Eutrophierung umkehren.

Wir sind in einer allarmierenden Lage, die dringende und wirkungsvolle Maßnahmen erfordert. Die Region Lazio muss das Abwassernetz in Stand setzen und vervollständigen, und die freiwillige Umstellung zu einer biologischen und extensiven Landwirtschaft fördern. Die Wirklichkeit sieht leider anders aus: die Region gibt Anreize für Haselnussplantagen (diese haben entscheidend dazu beigetragen den Lago di Vico zu eutrophieren) und für Hoch- und Mittelenthalpie-Geothermiekraftwerke, die den See mit geothermischer Flüssigkeit zu verschmutzen drohen.

In dieser Situation müssen die Bevölkerung und die Umweltschutzvereine zusammenarbeiten: zum Schutz unseres Sees, um seinen landschaftlichen Wert und die Wirtschaft rund um den See zu erhalten.



<http://bolsenaforum.jimdo.com>
bruni@bolsenaforum.net

<http://bolsenalagodeuropa.jimdo.com>
bolsenalagodeuropa@posteo.net

<https://laporticella.jimdo.com/>
laporticella@libero.it

<http://osservatoriodellagodibolsena.blogspot.it/>
oalb@libero.it