



CHIMICA DEL LAGHETTO

Il numero che leggi sul test dell'ammoniaca non è la sostanza che fa danno. È la somma di due specie in equilibrio fra loro, e a decidere quale delle due prevale sono il pH e la temperatura dell'acqua in quel momento. Chi tiene koi in Italia lavora quasi sempre su acque calcaree, quindi su pH alti e ben sostenuti: è esattamente la condizione in cui quella distinzione pesa di più.

In breve

- Il kit legge **azoto ammoniacale totale**: ammonio (NH_4^+), praticamente innocuo, più ammoniaca libera (NH_3), tossica. La ripartizione è fissata da pH e temperatura, non dalla quantità.
- Stessa lettura, 1,0 mg/l: a pH 7,0 e 20 °C corrisponde a circa 0,004 mg/l di NH_3 ; a pH 8,5 e 30 °C a circa 0,20 mg/l, quattro volte la soglia convenzionale di 0,05 mg/l.
- I nitriti soffocano le koi in acqua perfettamente ossigenata perché si legano all'emoglobina. Il cloruro compete in branchia e protegge parzialmente.
- Il **picco di nitriti a 2-5 giorni dalla pulizia del filtro** è la regola, non l'eccezione: il secondo stadio della nitrificazione riparte più lentamente del primo.
- La nitrificazione consuma riserva alcalina: circa 0,4 °dKH per ogni mg/l di azoto ammoniacale ossidato, e *tutto* il consumo avviene nel primo stadio.
- Un pH che scende maschera l'ammoniaca. L'intervento che rialza il pH la smaschera in pochi minuti.

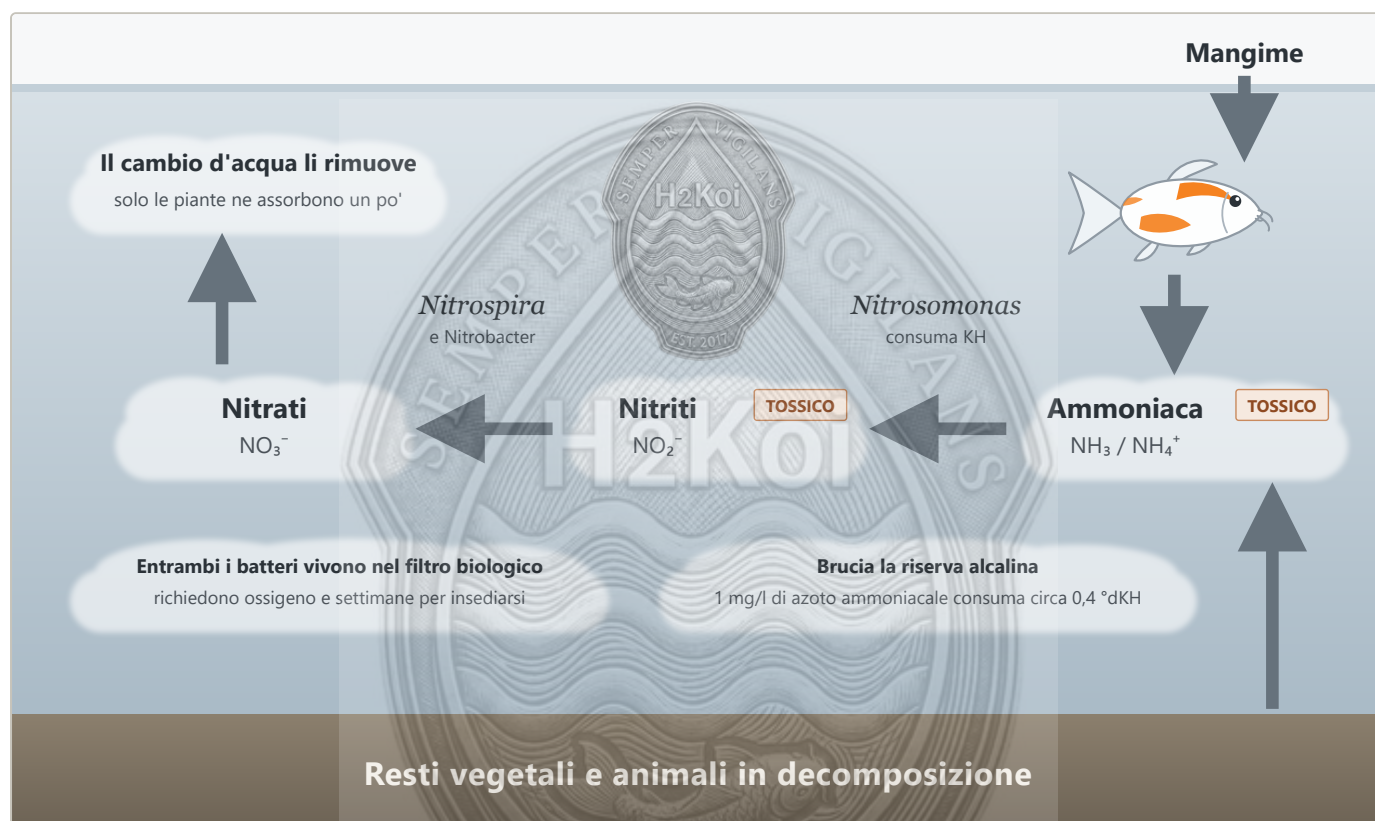
Il ciclo dell'azoto, con le due velocità che contano

Il **ciclo dell'azoto** lo conosci: le koi e la decomposizione producono azoto ammoniacale, i **batteri nitrificanti** lo ossidano a nitriti e poi a nitrati, i nitrati si accumulano e li togli con i cambi d'acqua. Quello che nella pratica fa la differenza non è la sequenza, sono le due velocità diverse dei due stadi.

Il primo stadio (ammonio → nitriti) è affidato a batteri ossidanti dell'ammonio; il secondo (nitriti → nitrati) a batteri ossidanti del nitrito, oggi identificati soprattutto nel genere *Nitrospira* più che nel *Nitrobacter* dei manuali vecchi. Sono popolazioni distinte, con tempi di raddoppio diversi, sensibilità diverse ai farmaci e soprattutto una diversa capacità di riprendersi dopo uno stress. In un **filtro ripartito da zero** il primo stadio si riorganizza prima. Il risultato pratico, ogni volta, è lo stesso: l'ammoniaca torna a zero mentre i nitriti sono ancora alti, e chi guarda solo il test dell'ammoniaca conclude che è tutto risolto.

Seconda asimmetria, altrettanto pratica: **i batteri nitrificanti sono lenti a freddo**. Sotto i 10 °C la nitrificazione procede a una frazione della velocità estiva, e sotto i 6-7 °C è quasi ferma. Nel nord Italia questo coincide con koi che non mangiano e produzione di azoto quasi nulla, quindi il conto torna. Nel centro-sud, dove il laghetto sverna a 9-12 °C e le koi non entrano mai in vera quiescenza, il conto non torna affatto: le koi continuano a produrre e il **filtro biologico** lavora al rallentatore. È una delle differenze italiane che le guide del nord Europa non contengono.

Ammoniaca libera (NH₃) e ammonio (NH₄⁺): stessa lettura, due significati



In acqua l'azoto ammoniacale esiste in due forme in equilibrio: **ammonio (NH₄⁺)**, carico, che la branchia non attraversa facilmente, e **ammoniaca libera (NH₃)**, neutra e liposolubile, che attraversa l'epitelio branchiale senza difficoltà. La tossicità è quasi tutta della seconda. Praticamente tutti i kit in commercio in Italia — **test a gocce o strisce reattive** — restituiscono la somma, cioè l'**azoto ammoniacale totale**.

La quota di NH₃ sale con il pH (la reazione di deprotonazione è governata dal pH) e sale con la temperatura. Ecco la ripartizione, calcolata sull'equilibrio ammonio/ammoniaca in acqua dolce:

PH	NH ₃ A 10 °C	NH ₃ A 20 °C	NH ₃ A 30 °C
7,0	0,18 %	0,39 %	0,80 %
7,5	0,58 %	1,24 %	2,5 %
8,0	1,8 %	3,8 %	7,4 %
8,5	5,6 %	11,1 %	20,3 %

PH	NH3 A 10 °C	NH3 A 20 °C	NH3 A 30 °C
9,0	15,7 %	28,4 %	44,5 %

Applichiamola. Il kit segna **1,0 mg/l di azoto ammoniacale totale**, valore che molti liquidano come "traccia":

CONDIZIONE	NH3 LIBERA	RISPETTO A 0,05 MG/L
pH 7,0 — 20 °C	0,004 mg/l	un decimo della soglia
pH 8,0 — 20 °C	0,038 mg/l	al limite
pH 8,5 — 20 °C	0,111 mg/l	più del doppio
pH 8,5 — 30 °C	0,203 mg/l	quattro volte

Un laghetto padano in agosto, con acqua di rete calcarea, pH pomeridiano a 8,5 per effetto della fotosintesi e acqua a 30 °C, sta nell'ultima riga. Lo stesso laghetto, stesso identico valore letto alle sei del mattino con il pH sceso a 7,9, sta poco sopra la seconda. Non è cambiata la quantità di azoto: è cambiata l'ora. Per questo **un dato di ammoniaca senza pH e temperatura contemporanei non è un dato**, e per questo l'escursione giornaliera del pH è un tema di ammoniaca oltre che di pH.

Come è espressa la scala del tuo kit

Precisazione che fa perdere confronti fra misure diverse: alcuni kit esprimono il risultato come **NH4+**, altri come **azoto (N)**, altri ancora come NH3. Non sono lo stesso numero. Per convertire, mg/l di NH4+ diviso circa 1,29 dà mg/l di azoto; mg/l di NH3 diviso circa 1,22 dà mg/l di azoto. Prima di allarmarti — o di rassicurarti — guarda cosa c'è stampato sulla scala colorimetrica. La soglia di 0,05 mg/l di cui si parla comunemente è riferita a NH3.

I nitriti: perché soffocano le koi in acqua satura di ossigeno

I **nitriti (NO2-)** non danneggiano la branchia per via chimica come fa l'ammoniaca. Entrano attivamente, perché il trasportatore branchiale del cloruro non li distingue bene dal cloruro stesso, e una volta in circolo ossidano il ferro dell'emoglobina trasformandola in metaemoglobina, che l'ossigeno non lo trasporta. Il sangue vira al bruno cioccolato — da qui il nome inglese *brown blood disease*, che in Italia si sente citare ma non ha un equivalente diffuso.

La conseguenza clinica è quella che disorienta: le koi **boccheggiano in superficie**, stanno vicino alla cascata o alla pompa, e l'ossigeno disciolto misurato è perfettamente normale. L'acqua ha ossigeno; il pesce non riesce a trasportarlo. Aerare di più aiuta un po', ma non risolve: il problema non è nell'acqua, è nel sangue.

Il cloruro come protezione parziale

Poiché nitrito e cloruro competono per lo stesso trasportatore, alzare il cloruro riduce l'assorbimento di nitrito. Il rapporto ponderale citato per convenzione è di circa 6 parti di cloruro per 1 di nitrito. In pratica, **sale non iodato** (sale grosso non iodato) a 1 g/l porta circa 600 mg/l di cloruro: sufficiente a proteggere da valori di nitrito ben superiori a quelli che vedrai mai in un laghetto gestito. Non serve arrivare a 3-5 g/l, che in emergenza da nitriti è un eccesso.

Il sale non evapora. Quello che dosi a giugno è ancora lì a settembre, e in un'estate meridionale l'evaporazione lo concentra ulteriormente mentre i rabbocchi con acqua di rete alzano ancora conducibilità e durezza. Solo un cambio d'acqua lo toglie. Se doserai sale, dosalo contro una **conducibilità** misurata e non a memoria: vedi la [pagina sul sale](#).

Il picco di nitriti a 2-5 giorni dalla pulizia del filtro

È l'evento più prevedibile della stagione e continua a cogliere impreparati. La sequenza:

- **Giorno 0.** Pulisci i materiali filtranti, oppure tratti il laghetto con un antibatterico o certi antiparassitari, oppure sciacqui le spugne sotto il rubinetto. Una parte della **flora batterica** se ne va o viene inibita.
- **Giorni 1-2.** L'azoto ammoniacale sale un po'. Alcuni lo vedono, molti no, perché il primo stadio è quello che si riprende prima.
- **Giorni 2-5.** Il primo stadio riparte e produce nitriti a pieno regime; il secondo stadio è ancora indietro. I nitriti si accumulano. È il picco.
- **Giorni 5-12.** Il secondo stadio recupera e i nitriti rientrano.

Il risciacquo dei materiali con acqua di rete merita una riga a parte in Italia: **molti acquedotti italiani usano cloramine**, che non evaporano e non se ne vanno lasciando riposare l'acqua in un secchio. Sciacquare le spugne sotto il rubinetto significa disinfettarle. Usa sempre acqua prelevata dal laghetto, e se proprio devi usare acqua di rete trattala prima con un **biocondizionatore**.

Dopo qualunque intervento sul filtro biologico, la regola operativa è semplice: riduci o sospendi il cibo per una settimana, tieni pronto il test dei nitriti e misura ogni giorno dal secondo al sesto. Se hai un **monitoraggio in continuo del laghetto**, questo è il momento dell'anno in cui serve davvero: il picco si sviluppa e rientra nell'arco di giorni, e una misura settimanale può passarci attraverso senza vederlo.

Quanta riserva alcalina consuma la nitrificazione

La nitrificazione è un processo acidificante e il conto è preciso: ossidare **1 mg/l di azoto ammoniacale consuma circa 7 mg/l di alcalinità espressa come CaCO_3** , cioè circa **0,4 °dKH**. Il dettaglio che quasi nessuno riporta, e che cambia il modo di ragionare, è che *tutto* questo consumo avviene nel **primo stadio**, ammonio → nitriti. Il passaggio nitriti → nitrati non consuma alcalinità.

Da qui una conseguenza controintuitiva: **un laghetto ben popolato, ben filtrato e ben alimentato brucia la propria riserva alcalina più in fretta di uno trascurato**. Il filtro che funziona bene è il principale consumatore di durezza carbonatica (KH) del sistema.

Un ordine di grandezza concreto. Laghetto da 10.000 litri, popolazione seria in piena stagione, produzione di 0,5 mg/l al giorno di azoto ammoniacale: sono 0,2 °dKH al giorno, cioè circa **1,4 °dKH alla settimana**. Partendo da 8 °dKH e senza reintegro, in meno di tre settimane sei sotto 5, dove il pH diventa instabile. Con carichi più alti — e le densità che si vedono nelle collezioni serie italiane sono più alte di così — il consumo è maggiore.

La trappola delle unità italiane. Il tuo kit Sera o JBL legge in °dKH, mentre l'*analisi dell'acquedotto* che consulterai per l'acqua di rubinetto è quasi sempre in **gradi francesi (°f)**, dove 1 °f = 10 mg/l di CaCO₃. Chi legge "durezza 28 °f" e conclude di avere 28 °dKH sbaglia di quasi un fattore due, e nella direzione sbagliata per la sicurezza. La conversione da tenere a mente: **1 °dKH = circa 17,9 mg/l di CaCO₃ = circa 1,79 °f; quindi °dKH = °f diviso 1,79**. E ricorda che la voce "durezza" del referto è comunque durezza totale, cioè GH, non KH.

Nota di coerenza, perché i due numeri si chiamano entrambi "durezza": il KH tampona il pH, il GH no; il GH riguarda calcio e magnesio, cioè la fisiologia osmotica del pesce, non la stabilità del pH. Due numeri, due mestieri. **Il GH non viene misurato né riportato dal sistema H2Koi.**

La trappola: un pH che scende maschera l'ammoniaca

Questa merita attenzione perché è il meccanismo che uccide dopo un intervento fatto con le migliori intenzioni.

Immagina un laghetto la cui riserva alcalina si è consumata durante la stagione. Il pH scivola verso 6,8-7,0. Il filtro biologico, a quel pH, lavora peggio e l'azoto ammoniacale totale sale a 2 mg/l. Il proprietario misura l'ammoniaca, vede 2 mg/l, si preoccupa — ma le koi stanno relativamente bene, perché a pH 6,9 e 20 °C la frazione libera è circa lo 0,35 %, cioè 0,007 mg/l di NH₃. Innocua.

A questo punto interviene: aggiunge **bicarbonato di sodio** per rialzare il KH, oppure fa un cambio d'acqua consistente con acqua di rete calcarea a pH 7,8. Il pH sale a 8,0-8,3 nel giro di poche ore. Con 2 mg/l ancora presenti, a pH 8,3 e 20 °C la frazione libera diventa circa il 7 %: **0,14 mg/l di NH₃**, venti volte il valore di partenza e quasi tre volte la soglia. Le koi che stavano bene la sera prima al mattino sono a bordo vasca.

La regola che ne deriva: **prima di rialzare il pH o il KH, misura l'azoto ammoniacale**. Se è misurabile, riduci prima il carico azotato — sospensione del cibo, cambi parziali ripetuti, aerazione — e rialza il KH lentamente, non più di 1-2 °dKH al giorno, tenendo il test dell'ammoniaca sotto controllo mentre lo fai. È lo stesso motivo per cui la sequenza corretta dopo un crollo del pH non è "rimetti subito tutto a posto".

Valori di riferimento operativi

Sono convenzioni di conduzione diffuse fra allevatori di koi, non prescrizioni: verificale sulle tue misure e sul tuo laghetto.

PARAMETRO	OBIETTIVO	SOGLIA DI INTERVENTO	NOTA
Ammoniaca libera NH ₃	0	0,05 mg/l	Dipende da pH e temperatura: il totale da solo non basta
Azoto ammoniacale totale	0	qualsiasi valore misurabile è un segnale	Da leggere sempre insieme a pH e °C
Nitriti NO ₂ ⁻	0	qualsiasi valore misurabile: intervieni subito	Tossicità acuta, indipendente dall'ossigeno disciolto

PARAMETRO	OBIETTIVO	SOGLIA DI INTERVENTO	NOTA
Nitrati NO ₃ ⁻	< 25-50 mg/l	rispetto all'acqua di rete, non in assoluto	Molte acque padane ne portano già 20-40 mg/l
KH	6-10 °dKH	sotto 5 instabile, sotto 3 critico	Consumato dal primo stadio della nitrificazione

Sull'ultima riga dei nitrati vale una precisazione italiana: in vaste zone della Pianura Padana e in aree agricole del centro l'acqua di rete arriva già con nitrati fra 20 e 40 mg/l, entro il limite di legge di 50 mg/l ma tutt'altro che a zero. Un cambio d'acqua abbassa i nitrati solo fino al valore dell'acqua in ingresso: se vuoi sapere quanto ti serve davvero cambiare, parti dal referto dell'acquedotto e non da una regola generica.

L'anno italiano, per il ciclo dell'azoto

Nord — Pianura Padana

Febbraio-marzo. Acqua ancora a 5-8 °C, nebbia, poca luce. Le prime giornate di sole scaldano lo strato superficiale e ingannano: chi riprende a nutrire troppo presto immette azoto in un filtro biologico che è ancora fermo. È il classico errore di falsa primavera, e si paga in aprile.

Aprile-maggio. Il filtro si sta ristabilendo, la **maturazione** non è ancora completa, la produzione di azoto cresce più in fretta della capacità di ossidarla. È il periodo di massimo consumo stagionale di KH e insieme la finestra parassitaria di primavera. Le due cose insieme rendono aprile il mese in cui una verifica del KH e dei nitriti conta più che in qualunque altro momento — e in cui quasi nessuno la fa.

Giugno-agosto. Caldo e umido, con l'afa che di notte non molla. L'assunzione importata dal nord Europa che le notti raffreddino il laghetto qui è falsa: l'acqua resta alta anche di notte, la frazione di NH₃ resta alta con lei e il **minimo di ossigeno prima dell'alba** è un problema padano quanto meridionale.

Settembre-ottobre. Temporalì autunnali e *bombe d'acqua*. Una grossa quantità di acqua piovana fredda e sostanzialmente priva di potere tampone in un'ora diluisce il KH proprio mentre il filtro porta il carico di un'estate intera e cominciano a cadere le foglie. Se il KH era già consumato, questa è la finestra in cui il pH scende e non risale.

Novembre-gennaio. Freddo stabile, alimentazione sospesa, rete antifoglie. Il ghiaccio di superficie è possibile ma di solito sottile e di breve durata: la calotta spessa e prolungata su cui è costruita gran parte della letteratura tedesca e olandese, in pianura padana non c'è. È uno scenario da laghetti alpini e prealpini d'alta quota, e va trattato come nota, non come regola.

Sud, isole e coste tirreniche e adriatiche

L'inverno mite non è l'inverno facile. Con l'acqua che resta fra 8 e 12 °C le koi non entrano mai in vera quiescenza: il metabolismo continua, la produzione di azoto ammoniacale continua, il filtro biologico lavora a velocità ridotta e la competenza immunitaria a quelle temperature è scarsa. Un inverno a metà porta più rischio di un inverno vero. La ricetta settentrionale — smetti di nutrire, copri, aspetta — al sud non si applica tale e quale: serve alimentazione minima e digeribile nelle giornate più tiepide, con controllo dell'azoto molto più frequente di quanto un manuale del nord suggerirebbe.

D'estate, acqua sopra i 28 °C per settimane ed evaporazione che tira: mentre la frazione di NH₃ sale con la temperatura, la **saturazione** di ossigeno scende e la nitrificazione stessa, che è un processo che consuma ossigeno, viene limitata. E le restrizioni idriche estive rendono "fai un bel cambio d'acqua" una risposta meno disponibile di quanto immagini chi scrive da climi piovosi.

Ferragosto. Vale la pena dirlo senza giri di parole: il Paese chiude, il proprietario è via due o tre settimane, il laghetto resta a un vicino o a un timer, e succede nel tratto d'anno più caldo e meno indulgente. Un picco di nitriti dopo l'ultima pulizia del filtro fatta di fretta prima di partire, in agosto, senza nessuno che guardi i numeri, è uno scenario che non serve drammatizzare per capire.

Cosa fare quando la lettura è alta

1. **Misura pH e temperatura nello stesso momento** e calcola la frazione libera con la tabella sopra. Serve a capire se sei in emergenza o hai qualche giorno.
2. **Sospendi il cibo.** È l'unica leva immediata sulla produzione. Una koi in buona salute non subisce danni da una settimana di digiuno a temperature estive.
3. **Aumenta l'aerazione**, soprattutto notturna. Serve al pesce e serve ai batteri nitrificanti, che sono aerobi obbligati.
4. **Cambi parziali ripetuti**, non un unico cambio massiccio: diluisci l'azoto senza spostare bruscamente pH e temperatura. Vedi [cambio d'acqua](#).
5. **Se ci sono nitriti**, porta il cloruro a livello utile con sale non iodato, contro una conducibilità misurata.
6. **Non toccare il filtro.** Il momento peggiore per pulirlo è quello in cui i valori sono già alterati.
7. **Non inseguire il pH verso il basso** per ridurre la NH₃. Abbassare deliberatamente il pH per addomesticare l'ammoniaca significa consumare la riserva alcalina che ti protegge dal [crollo del pH](#): risolvi un problema comprandone uno peggiore.

Misurare: kit, frequenza, e monitoraggio in continuo del laghetto

Sui **test a gocce** non c'è molto da aggiungere: sono lo strumento di casa più diffuso, e chi li usa deve tenere d'occhio la data di scadenza dei reagenti, che nei kit dei nitriti e dell'ammoniaca conta davvero. Le **strisce reattive** vanno bene per un colpo d'occhio quotidiano, molto meno per i valori bassi di nitrito che sono esattamente quelli su cui vuoi decidere. Un **fotometro** toglie l'interpretazione del colore, che nel confronto fra due gradazioni di viola non è una raffinatezza da poco.

Il limite di tutto questo non è l'accuratezza: è la frequenza. Un picco di nitriti nasce e rientra in cinque giorni, la frazione di NH₃ varia di ora in ora seguendo il pH, il minimo di ossigeno arriva prima dell'alba quando nessuno è in giardino. Chi misura la domenica mattina campiona il laghetto in un solo punto della giornata, sempre lo stesso, e per costruzione non vede quello che succede alle sei del mattino di martedì.

È qui che si inserisce il monitoraggio in continuo dell'acqua del laghetto. La **sonda multiparametrica H2Koi** misura direttamente temperatura, pH, ossigeno disciolto in mg/l e in % di saturazione, conducibilità, torbidità, **ammonio (NH₄)** e **nitrati (NO₃)**, con il **potenziale redox (ORP)** come canale opzionale. Da queste misure ricava dei **valori derivati (calcolati)**: ammoniaca libera NH₃, nitriti, KH, salinità e TDS — con l'avvertenza che il KH è

calcolato, non titolato, e che il GH non viene riportato. Poiché pH e temperatura sono misurati nello stesso istante dell'ammonio, la NH_3 viene ricalcolata di continuo invece di essere stimata a posteriori: è precisamente il calcolo che, fatto a mano una volta a settimana, non dice granché.

Una **spazzola autopulente** tiene libere le ottiche dallo sporco, che in un laghetto in estate è il primo nemico della misura. La sonda è un **allarme precoce** continuo, con l'accuratezza scientifica di sensori di livello industriale.

Domande frequenti

Il mio kit segna 0,5 mg/l di ammoniaca ma le koi stanno benissimo. Devo preoccuparmi?

Dipende dal pH e dalla temperatura, e senza quei due numeri la domanda non ha risposta. A pH 7,0 e 18 °C, 0,5 mg/l di azoto ammoniacale totale corrispondono a circa 0,0015 mg/l di ammoniaca libera: trascurabile. Gli stessi 0,5 mg/l a pH 8,5 e 28 °C valgono circa 0,09 mg/l di NH_3 , quasi il doppio della soglia convenzionale di 0,05 mg/l. In un'acqua italiana calcarea, con pH pomeridiano spinto in alto dalla fotosintesi, sei più spesso nel secondo caso che nel primo. Misura il pH nel momento peggiore della giornata, cioè nel primo pomeriggio d'estate, non al mattino.

Perché dopo aver pulito il filtro l'ammoniaca è tornata a zero ma i nitriti sono altissimi?

Perché i due stadi della nitrificazione sono affidati a popolazioni batteriche diverse, con velocità di ricrescita diverse. Il primo stadio, che converte l'ammonio in nitriti, si ristabilisce prima; il secondo, che converte i nitriti in nitrati, arriva con qualche giorno di ritardo. Nel frattempo i nitriti prodotti dal primo stadio si accumulano. È il classico picco di nitriti a 2-5 giorni dalla pulizia del filtro, rientra tipicamente entro una decina di giorni, e nel frattempo si gestisce sospendendo il cibo, aerando e portando il cloruro a livello utile con sale non iodato. La regola preventiva è non pulire mai tutti i materiali filtranti nello stesso intervento e non sciacquarli mai con acqua di rubinetto non trattata.

Posso abbassare il pH per rendere l'ammoniaca meno tossica?

Tecnicamente funziona, ma è un pessimo affare. Abbassare il pH significa consumare la durezza carbonatica, cioè la riserva alcalina che impedisce al pH di muoversi da solo. Ti ritrovi con un laghetto a bassa capacità tampone, esposto a un'escursione giornaliera ampia e a un crollo del pH alla prima pioggia intensa d'autunno o al primo carico organico importante. E se il pH poi risale — per un cambio d'acqua con la solita acqua calcarea, o perché aggiungi bicarbonato — l'ammoniaca che avevi "neutralizzato" torna tossica tutta insieme. La strada corretta è ridurre l'azoto: stop al cibo, cambi parziali ripetuti, aerazione, e nessun intervento sul filtro finché i valori non sono rientrati.

L'analisi del mio acquedotto dice durezza 32 °f. È abbastanza per il laghetto?

Sono due equivoci in uno. Primo, la conversione: 32 °f diviso 1,79 fanno circa 18 gradi tedeschi, non 32 — chi legge il numero francese come se fosse un grado tedesco si sopravvaluta di quasi il doppio, e nella direzione sbagliata per la sicurezza. Secondo, e più importante: la voce "durezza" del referto è durezza totale, cioè GH, che riguarda calcio e magnesio e non tampona nulla. Quello che ti serve sapere è il KH, che sul referto trovi eventualmente come alcalinità o come bicarbonati in mg/l; in quest'ultimo caso dividi i mg/l di HCO_3^- per circa 21,8 per ottenere i °dKH. In ogni caso, il KH dell'acqua in ingresso non è il KH del tuo laghetto: quello lo consuma il filtro biologico giorno per giorno, e va misurato nel laghetto.

Un sistema di monitoraggio in continuo misura davvero i nitriti, o li stima?

Li ricava per calcolo. La sonda H2Koi misura direttamente temperatura, pH, ossigeno disciolto in mg/l e in percentuale di saturazione, conducibilità, torbidità, ammonio e nitrati, con il potenziale redox come canale opzionale; nitriti, ammoniaca libera, KH, salinità e TDS sono valori derivati. È una distinzione che vale la pena tenere chiara: il KH è calcolato, non titolato, e il GH non viene riportato affatto. Il valore del sistema sta nel fatto che campiona di continuo invece che una volta a settimana, con sensori di livello industriale.

Al sud d'inverno le koi mangiano ancora. Il filtro ce la fa?

È il punto in cui le guide del nord Europa non aiutano. Con l'acqua fra 8 e 12 °C le koi non entrano in vera quiescenza: continuano a produrre azoto ammoniacale, mentre i batteri nitrificanti lavorano a una frazione della velocità estiva e la competenza immunitaria del pesce a quelle temperature è comunque scarsa. In pratica il margine si assottiglia proprio quando smetti di controllare, perché mentalmente sei "in inverno". Alimentazione minima e molto digeribile solo nelle giornate più tiepide, e controllo dell'azoto ammoniacale e dei nitriti con frequenza ben maggiore di quanto un calendario settentrionale suggerirebbe: un inverno a metà è più insidioso di un inverno vero.
