

Rossano Morici

L'acqua del sindaco
nel nuovo millennio



BIBLIOTECA COMUNALE ANTONELLIANA SENIGALLIA

In copertina:

Fontanella pubblica di acqua potabile
Olio su tela di GIOVANNI MORI

Rossano Morici

L'acqua del sindaco nel nuovo millennio

Nuove considerazioni e aggiornamenti a
Chiare fresche dolci acque di Senigallia

Biblioteca Comunale Antonelliana di Senigallia
Aprile 2015

Sommario	
Prefazione.....	7
Presentazione.....	8
Premessa.....	9
Le leggi sulle acque potabili	11
Com'era l'acqua dei pozzi, del fiume Misa e dei laghetti collinari negli anni '90 del Novecento	24
Com'è la qualità delle acque dolci nei primi anni del XXI secolo.....	28
Qualità dei corpi idrici sotterranei.....	29
Com'è cambiata la qualità delle acque potabili dal 2003 ad oggi	36
La sorgente di Gorgovivo. Cenni storici.....	42
La presenza di nitrati e nitriti nelle acque e negli alimenti	53
La disinfezione delle acque potabili.....	57
Metodi e sottoprodotti della disinfezione dell'acqua	58
Considerazioni sulla presenza dei trihalometani nelle acque potabili.....	62
Bibliografia.....	64
Figura 1. Un verbale di fine Ottocento: analisi chimiche di due campioni di acqua di pozzo.....	12
Figura 2. Altro verbale di fine Ottocento: analisi chimica di un campione di acqua di pozzo	12
Figura 3. Il fiume Misa ed il suo affluente Nevola (al centro della figura).....	24
Figura 4. Concentrazione media di nitrati (mg/l NO ₃) nei pozzi e nel fiume Misa.....	26
Figura 5. Valori massimi di erbicidi triazinici (µg/l) nei pozzi e nel fiume Misa nel periodo 1991-1996	26
Figura 6. Valori massimi di erbicidi, insetticidi e fungicidi, espressi in µg/l, in laghetti collinari	27
Figura 7. Concentrazione media di nitrati (mg/l NO ₃) nei laghetti collinari.....	27
Figura 8. Stato chimico dei corpi idrici sotterranei delle Marche nel periodo 2009-2012.....	34
Figura 9. Concentrazione media di nitrati negli acquedotti nel 2003.....	39
Figura 10. Concentrazione media di nitrati negli acquedotti nel biennio 2013-2014	39
Figura 11. Valori medi della conducibilità negli acquedotti nell' anno 2003	40
Figura 12. Valori medi della conducibilità negli acquedotti nel biennio 2013-2014.....	40
Figura 13. Valore medio della durezza negli acquedotti nell'anno 2003	41
Figura 14. Valore medio della durezza negli acquedotti nel biennio 2013-2014	41
Figura 15. Zona dove si trovano le sorgenti di Gorgovivo a Serra San Quirico (Foto Trillini)	44
Figura 16. Opere di presa nella zona di Gorgovivo a Serra San Quirico (Foto Trillini)	44
Figura 17. Galleria di captazione (Foto Trillini) Figura 18. Opere di presa, particolare (Foto Trillini).....	45
Tabella 1. Parametri microbiologici.....	17
Tabella 2. Parametri chimici	18
Tabella 3. Note esplicative	19
Tabella 4. Parametri indicatori	20
Tabella 5. Radioattività, note e ricerca di parametri accessori	21
Tabella 6. Parametri da analizzare nel controllo di routine e nel controllo di verifica	22

Tabella 7. Frequenza minima di campionamento e analisi per le acque destinate al consumo umano	23
Tabella 8. Quadro riassuntivo dello stato chimico del corpo idrico «Misa» nel periodo 2009- 2012	33
Tabella 9. Quadro riassuntivo dello stato quantitativo del corpo idrico «Misa» nel periodo 2004 – 2012.....	35
Tabella 10. Caratteristiche chimiche e fisico-chimiche delle sorgenti di Gorgovivo nel 1990	48
Tabella 11. Caratteristiche chimiche e fisico-chimiche delle sorgenti di Gorgovivo nel 1990	49
Tabella 12. Valori medi dei parametri chimici dell'acqua di Gorgovivo	50
Tabella 13. Contenuto massimo e medio di nitrati (mg/kg) in alcuni prodotti vegetali di largo consumo	54
Tabella 14. Elenco dei sottoprodotti della disinfezione delle acque potabili	59
Tabella 15. Residui di trialometani (THT) negli acquedotti di alcuni Comuni situati nel territorio di competenza sanitaria dell'ASUR Marche–Area Vasta 2 Senigallia.....	63

Prefazione

Mi è particolarmente gradito portare questo mio invito alla lettura del libro *Chiare fresche dolci acque di Senigallia*, ora disponibile in formato digitale e accessibile nel sito della Biblioteca Antonelliana. In quel libro, stampato nel dicembre 2006 ed oggi esaurito, gli autori Rossano Morici ed Elvio Luzi facevano la storia delle risorse idriche nel nostro territorio, delle sorgenti, dei pozzi e delle adduzioni per uso civico, a partire dall'acquedotto cinquecentesco di *San Gaudenzio*, sino ad arrivare, attraverso quello ottocentesco *del Coppo*, alla rete idrica che serve la città attuale.

Il tema è ben illustrato da alcuni capitoli che ne scandiscono il tempo: *Le regole e la qualità dell'acqua alla fine dell'Ottocento; Nasce un Regolamento di Igiene Comunale; Acque sulfuree a Senigallia; La paura della grande sete; Fine anni '70: nitrati dappertutto; Acque di fine anni '80: un cocktail all'atrazina; Il caso senigalliese: un bignami di storia idraulica.*

Con l'occasione, però, uno degli autori, Rossano Morici, studioso di storia del clima locale e co-autore, assieme a Redo Fusari, del recente volume *Il clima di Senigallia dal Settecento ai nostri giorni*, apprezzato da prestigiosi accademici europei, ha voluto anche aggiungere una notevole quantità di aggiornamenti e di considerazioni. Integrazioni che, pensate inizialmente come corredo della pubblicazione digitale a otto anni dalla cartacea, hanno poi preso la consistenza di una nuova ricerca da intitolare: *L'acqua del sindaco nel nuovo millennio*. In essa l'autore fotografa la situazione dell'acquedotto di Senigallia e degli altri comuni delle valli Misa e Nevola nel periodo 1990-2014. Molto significativo è, per la storia dell'ambiente, il confronto della situazione attuale con quella dei due secoli passati.

Nel nuovo studio vengono altresì affrontate le problematiche legate alla presenza di nitrati nelle acque e negli alimenti, e indagate le preoccupazioni causate dalla presenza dei sottoprodotti della disinfezione nelle acque per l'impatto che essi possono avere sulla salute della popolazione.

Ci troviamo dunque a disporre di due nuovi e-book, il secondo come seguito del primo e introduzione alla complessità attuale dei fenomeni concernenti l'acqua, tema più che mai di interesse pubblico e degno dell'attenzione di chi opera con coscienza nelle Istituzioni. Ora che tutti gli abitanti di Senigallia e degli altri comuni dell'hinterland hanno a disposizione acqua di buona qualità proveniente dalla sorgente di Gorgovivo, una migliore conoscenza di quella sorgente dal punto di vista storico geologico e idrografico invita infatti a non dimenticarci che essa non va considerata per quantità e qualità immutabile nel tempo. Anche qui, come più in generale sul tema della disponibilità di acqua potabile all'intero pianeta, non è il caso di farsi illusioni. Sappiamo che circa il 70% dell'acqua dolce è nel ghiaccio e che la parte restante è contenuta nelle falde che stiamo sfruttando ogni giorno troppo in fretta. Sappiamo che la popolazione mondiale aumenta di circa 80 milioni di individui ogni anno e che il fabbisogno di acqua potabile aumenterà ulteriormente nel nostro pianeta. E' tempo dunque di confrontarsi, a livello delle comunità locali come a quello dei decisori internazionali, con l'esigenza di salvaguardare le risorse idriche esistenti in modo che esse possano essere a disposizione di chi non ne ha ancora accesso e delle generazioni dopo la nostra. Non saremo mai padri e nonni abbastanza affettuosi verso la discendenza se non lo siamo altrettanto verso la natura che la dovrà accogliere.

Maurizio Mangialardi
Sindaco di Senigallia

Presentazione

Sono lieto di presentare il libro *Chiare fresche dolci acque di Senigallia* di Rossano Morici ed Elvio Luzi, stampato nel dicembre 2006, le cui copie cartacee sono esaurite da tempo e che esce ora in formato digitale. Il libro è stato interamente finanziato dall'allora Amministrazione della Provincia di Ancona, il cui presidente, Enzo Giancarli, unitamente all'Assessore all'Ambiente, Patrizia Casagrande hanno accolto favorevolmente l'opera e l'hanno ritenuta valida e meritevole di pubblicazione. Questo libro, unico nel suo genere, descrive e analizza la storia dell'acqua nel nostro territorio nella molteplicità dei suoi aspetti. Scaturito dall'esperienza sul campo dei due autori e dalla comune riflessione, ricostruisce la storia delle acque dolci e delle fonti idriche di Senigallia dall'acquedotto cinquecentesco di San Gaudenzio ai condotti realizzati nei secoli successivi, sino alla rete idrica che attualmente serve la nostra città. Si passava dalle prime e storiche analisi sulla potabilità dell'acqua alla fine dell'Ottocento a quelle del secolo successivo, sino ad arrivare alle avanzate indagini analitiche del Terzo Millennio. Conoscere come erano le acque potabili di Senigallia nel corso di tre secoli è di notevole interesse non solo storico-culturale ma anche tecnico-scientifico, perché consente di valutare la variazione della qualità dell'acqua in un periodo lungo. Il libro prosegue trattando l'inquinamento dei pozzi da nitrati ed erbicidi che tanti problemi hanno causato ai cittadini in tutta Italia e in modo specifico e paradigmatico a quelli dell'entroterra senigalliese non ancora serviti dall'acquedotto di Gorgovivo. Infine con l'arrivo dell'acqua sorgiva di Gorgovivo, la qualità delle acque della rete appare notevolmente migliorata. I presenti aggiornamenti, voluti dal primo dei due autori, Rossano Morici, sono motivati dalla nuova situazione che si è venuta a creare a partire dal 2003 con la distribuzione da questa sorgente montana a tutti i comuni delle valli Misa e Nevola e della Vallesina. La nuova situazione viene qui documentata con una nuova ricerca interessante e molto impegnativa che utilizza indagini e osservazioni provenienti dall'ARPAM e da altri studi afferenti. Sotto il titolo *L'acqua del sindaco nel nuovo millennio* vengono esaminate criticamente le leggi sulle acque e approfondite alcune linee guida dell'OMS sulle acque destinate al consumo umano, quali i rischi connessi alla disinfezione delle acque potabili e le problematiche dei nitrati nelle acque e negli alimenti. Di grande interesse è il capitolo che Rossano Morici ha dedicato alla storia delle sorgenti di Gorgovivo. Anche questa ricerca fa il suo ingresso nel sito della Biblioteca Comunale Antonelliana di Senigallia, a libera disposizione degli utenti del servizio e di tutti i cittadini interessati alla qualità dell'acqua e alla sua salvaguardia.

Italo Pelinga
Direttore della Biblioteca Antonelliana

Premessa

A otto anni dalla stampa di *Chiare fresche dolci acque di Senigallia*, gli autori Rossano Morici ed Elvio Luzi hanno deciso di scansionare il libro cartaceo – esaurito da molto tempo – per trasformarlo in un e-book scaricabile gratuitamente dal sito della Biblioteca Antonelliana, a disposizione di un pubblico più vasto che comprenda tutti coloro che sono interessati al problema dell'acqua e della qualità delle risorse idriche. In particolare ci ha incoraggiati a farlo l'accoglienza favorevole dei concittadini e specificamente dei frequentatori della Biblioteca; tanto che, per iniziativa personale stavolta, ho pensato che tornerebbe gradito un aggiornamento della narrativa e dei dati inerenti il periodo successivo alla prima pubblicazione, ossia dal 2007 ad oggi.

Strada facendo, poi, la parte aggiuntiva si è ulteriormente arricchita di nuove acquisizioni e di nuove valutazioni, di modo che, al termine del lavoro, con il Direttore della Biblioteca abbiamo pensato di distribuire la materia in due distinti e-book: quello che ripropone *Chiare fresche dolci acque di Senigallia* e un altro che ha per titolo *L'acqua del sindaco nel nuovo millennio*.

Vuol essere, questo secondo, un titolo emblematico che chiude un percorso di due secoli e oltre: dalle prime analisi eseguite alla fine dell'Ottocento per appurare la potabilità di un'acqua, a tutto il Novecento, secolo devastato da due guerre mondiali e dalla pandemia influenzale di *spagnola*, ma anche quello che vede la costruzione delle prime reti idriche potabili e dell'arrivo di acqua corrente nelle case, la nascita di leggi e regolamenti di igiene e sanità pubblica, dei primi laboratori provinciali di igiene e profilassi, delle prime vaccinazioni contro terribili malattie infettive, della nascita della grande industria e della profonda trasformazione dell'agricoltura e, purtroppo, dell'origine dell'inquinamento ambientale in toto. Non tutti questi argomenti erano stati trattati nel libro precedente; in particolare sono nuovi, o integrati con nuovi contributi, quelli che riguardano la *presenza dei nitrati negli alimenti* e la *contaminazione delle acque superficiali e profonde*, la cui incidenza tocca ciascuno di noi individualmente; come pure le spiacevoli conseguenze che possono derivare da una eccessiva *igienizzazione delle acque* a causa di disinfezioni un po' troppo spinte.

Altri tasselli che si aggiungono alla ricerca originaria riguardano le sorgenti di Gorgovivo, la qualità delle acque di fine millennio e dei primi anni del Terzo Millennio, sino ad arrivare al trascorso 2014.

Si tratta, in buona sostanza, di un excursus storico-analitico anche critico nei confronti di alcune decisioni e direttive dell'UE e dell'OMS sulle acque, a volte poco comprensibili e contrastanti, altre volte invece di grande rilievo, come le norme generali per la salvaguardia dell'acqua in quanto bene appartenente a tutti gli esseri viventi.

La conoscenza del chimismo idrico offre un suo contributo consistente alla determinazione anche quantitativa degli stock idrici, quelle stesse falde acquifere superficiali e sotterranee che noi sfruttiamo selvaggiamente quanto egoisticamente, quasi che fosse una risorsa infinita. Un'assurdità se pensiamo che il 46% della popolazione mondiale non ne dispone nelle proprie abitazioni e ha a disposizione solo 18 litri o anche meno di acqua al giorno, mentre noi ne utilizziamo quotidianamente 250-300 litri a testa.

R.M.

Le leggi sulle acque potabili

Partiamo dal noto, storico e longevo D.P.R. 24 maggio 1988, n. 236, diventato ormai un oggetto virtuale del *museo legislativo* sulle acque potabili¹. Longevo perché restò in vigore sino al 2003; storico perché fu la cornice del quadro più brutto, quello in cui si concentrarono nitrati, atrazina e crisi della potabilità delle acque in tutta Italia. Preme ricordare quella parte del decreto che prevedeva i limiti massimi e le raccomandazioni e/o consigli sui parametri più significativi. Si tratta dei tre parametri azotati (ammoniaca, nitriti, nitrati) che dalla fine dell'Ottocento ai tempi recenti furono considerati in modo indiscusso gli indici di inquinamento di un'acqua.

Nel 1888 venne emanata una legge allora pionieristica, la legge Crispi, con lo scopo di *tutelare l'igiene e la sanità nel Regno*². A fronte di una situazione storicamente immobile caratterizzata dal rischio costante di malattie infettive per contaminazione dell'acqua, il 6 febbraio dell'anno successivo la Direzione della Sanità Pubblica del Ministero dell'Interno (non c'era ancora il Ministero della Sanità o della Salute) inviava ai Prefetti una circolare avente per oggetto: *Acque potabili pei Comuni del Regno*³. In essa venivano definite le caratteristiche necessarie alla potabilità, dettate le procedure di campionamento e di analisi e in questo modo gettate le basi formative di una nuova coscienza igienico sanitaria sulle acque ad uso umano. Le sostanze inquinanti che venivano rinvenute nelle acque di fine Ottocento in modo assolutamente prevalente erano i tre composti azotati costituiti da ammoniaca, nitriti (acido nitroso) e nitrati (acido nitrico).

Prendiamo come esempio l'analisi di campioni d'acqua dell'epoca dei nostri nonni, quale risulta da tre verbali stilati nel 1895 nel comune di Recanati, contenenti analisi di acque di prelievo da pozzi diversi e tra loro distanti (Figura 1 e Figura 2)⁴.

¹ Il D.P.R. 24 maggio 1988, n. 236, *Attuazione della direttiva CEE numero 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art. 15 della L. 16 aprile 1987, n. 183*. (G.U. n. 152 del 30 giugno 1988, S.O.), non più in vigore, è composto da 22 articoli e 3 allegati, nei quali sono riportati i parametri organolettici, chimico-fisici, indesiderabili, tossici e microbiologici. I controlli analitici sono distinti in controlli minimi C1, controlli normali C2, controlli periodici C3 e controlli occasionali C4. Il controllo minimo C1 prevede l'esecuzione dei seguenti parametri: organolettici, pH, conducibilità elettrica specifica, cloruri, il cloro residuo libero, i coliformi totali ed i coliformi fecali. Il controllo normale C2 prevede l'esecuzione di ulteriori parametri oltre a quelli previsti dal controllo C1, quali il calcio, l'ammoniaca, i nitriti, i nitrati e gli streptococchi fecali. Il controllo periodico C3 analizza ulteriori parametri quali la durezza totale, il residuo fisso, i solfati, il ferro, il fosforo, il cadmio, il cromo, il piombo, e i parametri microbiologici della carica batterica a 22 °C ed a 36°C. Infine il controllo occasionale C4 prende in considerazione tutti gli altri parametri chimici e microbiologici previsti dalla normativa. In particolare analizza i metalli quali il magnesio, il potassio, il sodio, l'argento, il rame, il manganese, il mercurio, i composti organoalogenati, i fenoli, gli idrocarburi, i tensioattivi, gli antiparassitari (prodotti fitosanitari, erbicidi, fungicidi e insetticidi) e i parametri microbiologici inerenti gli stafilococchi patogeni, gli enterobatteri patogeni, lo pseudomonas, i protozoi, le alghe, i funghi ecc.

² R. Morici, E. Luzi, *Chiare fresche dolci acque di Senigallia, Aspetti storici e situazione attuale*, Amministrazione Provinciale di Ancona, Studio Focus Senigallia, dicembre 2006.

³ Codice Sanitario, Raccolta completa di leggi, regolamenti, decreti, circolari, ecc., sulla sanità pubblica, Editrice Pietrocòla, Napoli 1891.

⁴ R. Morici, *Quando l'acqua faceva male*, in Marca/Marche n. 1, giugno 2013, Livi Editore: *Verbale di due campioni di acqua del settembre 1895* (pozzo Ottaviani e pozzo in località Fontenoce a Recanati); *Verbale del pozzo Carancini del mese di dicembre 1895*, Archivio Storico del Comune di Recanati. Non se ne rinvennero di simili nel pur vasto Archivio Storico Comunale di Senigallia presso la Biblioteca Antonelliana.

In questi verbali si osserva in particolare l'attenzione dell'analista verso le sostanze azotate: i relativi parametri venivano considerati non perché frequenti o ubiquitari, ma perché ritenuti indicativi di inquinamento, quasi a scongiurarne del tutto la presenza. Infatti l'ammoniaca risultava *assente* in tutti e tre i campioni esaminati, i nitrati (acido nitrico) presenti in *tracce* in due dei tre campioni. La quasi assenza dei nitrati che tanti problemi avrebbero causato a partire dagli anni '80 del XX secolo, è da attribuire allo scarso utilizzo a quei tempi dei concimi e fertilizzanti azotati in agricoltura. Per quanto riguarda il parametro nitriti (acido nitroso) il verbale del terzo campione registra *tracce dubbie*, dove *dubbie* potrebbe indicare l'incertezza da parte dell'analista circa l'effettiva presenza della sostanza; ma potrebbe anche alludere invece a una forma di cautela che, pur ammettendo la potabilità dell'acqua, segnala però l'esistenza di cause pregresse di inquinamento da ammoniaca; infatti i nitriti si formano da processi ossidativi dell'ammoniaca. Non è intenzione dello scrivente coinvolgere il lettore in una spericolata indagine psicologica dell'esaminatore; però è bene sottolineare come il suo dubbio potesse essere letto come un avviso per le autorità sanitarie locali al fine di evitare un eventuale e possibile futuro inquinamento.

Facciamo adesso un salto in avanti di cent'anni e torniamo al Decreto 236/1988, che abbiamo definito sopra come storico e longevo. Vi si stabilivano per le tre forme azotate i seguenti limiti massimi:

- 0,5 mg/l per l'ammonica(NH₃), con un valore guida di 0,05 mg/l
- 0,1 mg/l per i nitriti (NO₂)
- 50 mg/l per i nitrati (NO₃), con un valore guida di 5 mg/l

Bisogna considerare, per dare un valore ai numeri, che fino alla metà del Novecento la presenza anche minima di ammoniaca determinava la non potabilità dell'acqua. Oltre quella data le direttive comunitarie introdussero un limite massimo di tollerabilità. Come valutarne la consistenza e la relazione con la salute umana?

Prendiamo in considerazione la più subdola di queste sostanze: i nitriti. L'aver fissato un limite massimo significa ammetterne la presenza e dunque riconoscere la persistenza dei fattori di inquinamento. Lo scrupolo dell'analista ottocentesco che scriveva *tracce dubbie* come forma di allerta, viene trasformata dai numeri in una certificazione rassicurante. Se vogliamo, il fatto stesso che per il parametro nitriti non si indica il valore guida, dimostra un residuo di buona coscienza del legislatore. Quel vuoto si potrebbe leggere: «non esiste un valore guida dei nitriti» dal momento che non dovrebbero esserci per niente.

Facciamo un altro salto, stavolta di 15 anni e passiamo alla normativa tuttora vigente contenuta nel Decreto Legislativo 2 febbraio 2001, n. 31⁵, e nel successivo Decreto Legislativo 2 febbraio 2002, n. 27⁶.

In questa successiva normativa vengono stabiliti nuovi parametri e nuovi limiti massimi consentiti.

⁵ Decreto Legislativo 2 febbraio 2001, n. 31. *Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano.* (G.U. n. 52 del 3 marzo 2001, S.O. n. 41).

⁶ Decreto Legislativo 2 febbraio 2002, n. 27. *Modifiche ed integrazioni al Decreto Legislativo 2 febbraio 2001, n. 31, recante attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano.* (G.U. n. 58 del 9 marzo 2002).

Trascuriamo però per un momento questi nuovi parametri ed esaminiamo invece i limiti relativi ai tre composti azotati (ammoniaca, nitriti e nitrati) che storicamente erano considerati i principali indicatori di inquinamento, come abbiamo detto. Il decreto li distribuisce entro allegati dotati di tabelle: parte A per i *parametri microbiologici*, parte B per i *parametri chimici* e parte C per i cosiddetti *parametri indicatori*. Nitriti e nitrati sono considerati nella tabella B:

- 0,5 mg/l per i nitriti (come NO₂)
- 50 mg/l per i nitrati (come NO₃)

Al confronto con i limiti posti dal decreto precedente, colpisce subito il fatto che per i nitriti viene consentito un limite massimo cinque volte superiore. In altre parole, quello che all'apparenza è un limite restrittivo, in realtà è una cospicua concessione alla presenza di inquinanti nell'acqua definita «potabile».

Seconda osservazione: l'ammoniaca non figura nell'elenco dei parametri chimici ma viene inserita nella parte C dell'allegato I, tra quelli che vengono definiti *Parametri indicatori*. Per l'ammoniaca è stabilito il valore massimo di 0,5 mg/l, ma, anche qui, come per i nitriti, non viene dato il valore-guida, ossia ammissibile.

In effetti la stessa OMS ritiene che l'ammoniaca nell'acqua potabile non abbia una grande rilevanza sanitaria, per cui non sono stati stabiliti valori guida in relazione alla salute. Questo spiega il perché essa viene considerata solo come parametro indicatore. Tuttavia, la considerazione della enorme diffusione dell'ammoniaca come prodotto commerciale, e per conseguenza della sua presenza nei corpi idrici, suggerisce una particolare cautela.

Angela Bonato, per esempio, in una sua relazione al Piano Triennale della Sicurezza alimentare della Regione Veneto per gli anni 2005-2007, forniva un elenco molto esteso di usi contemporanei di ammoniaca nella vita quotidiana e nella produzione industriale, a dimostrare che questa sostanza è tuttora molto diffusa nell'ambiente e non solo una memoria di inquinamenti passati di origine fecale. A questo aggiungeva una valutazione della sua nocività in relazione alla quantità per litro: non accertata come cancerogena, ma in quantità elevate nociva alla salute⁷.

⁷ A. Bonato (a cura di), *Acqua e Salute, Indicazioni tratte dalle linee guida dell'OMS sulla qualità dell'acqua destinata al consumo umano* (documento realizzato nell'ambito dei lavori della Scheda tecnica tematica 1 Acque potabili - Area tematica acque - Piano Regionale Triennale Sicurezza Alimentare della Regione Veneto 2005-2007), pp. 26-27.

«Con il termine ammoniaca si comprendono la forma non-ionizzata (NH₃) e la forma ionizzata (NH₄⁺). L'ammoniaca è impiegata in agricoltura come fertilizzante, nella preparazione di cibi per animali e nella produzione di fibre, plastica, esplosivi, carta e gomma, come refrigerante, nella lavorazione dei metalli, nella produzione di composti contenenti azoto. L'ammoniaca e i sali d'ammoniaca vengono impiegati come detergenti e additivi per alimenti; inoltre il cloruro di ammonio è usato come diuretico. L'ammoniaca origina da processi metabolici, agricoli e industriali, e dalla disinfezione con clorammina (che si forma per reazione del cloro con l'ammoniaca). L'ammoniaca è presente nell'aria (concentrazione nell'aria urbana: 20 µg/m³), soprattutto nelle aree circostanti ad allevamenti animali intensivi (concentrazioni fino a 300 µg/m³). I livelli normalmente presenti nelle acque superficiali e profonde sono di 0,2 mg/L. Acque profonde anaerobiche possono contenerne fino a 3 mg/L, ma in genere l'ammoniaca si trova a livelli inferiori a 0,2 mg/L [...]. Acque superficiali possono contenere più di 12 mg/L. La vicinanza di allevamenti intensivi di animali può dare origine a livelli più elevati. L'ammoniaca può essere presente nell'acqua potabile come risultato della

Questo significa che il parametro *ammonio* non andrebbe declassato a semplice indicatore (i parametri indicatori sono definiti tali perché non si tratta di inquinanti chimici, bensì di sostanze che indicano le qualità organolettiche e le caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua), ma di nuovo collocato nell'elenco delle sostanze inquinanti, proprio in ragione del fatto che oggi l'ammoniaca risulta molto più presente nell'ambiente rispetto a quella di origine deiettiva che si ritrovava nell'Ottocento. Perché le linee guida non hanno considerato questa nuova diffusione di ammoniaca di origine industriale nell'ambiente, certamente più pesante e ubiquitaria rispetto a quella di origine zooantropica dei tempi passati?

Ammettendo in ogni caso che l'argomento debba essere meglio approfondito per ciascuno dei parametri azotati del trittico storico, riteniamo tuttavia di sottolineare che anche per quanto riguarda i nitriti, mentre nell'Ottocento la loro presenza nelle acque poteva dare qualche preoccupazione, ora con il vigente Decreto Legislativo 31/2001, la tolleranza di 0,5 mg/l – cinque volte superiore al valore stabilito dal soppresso decreto 236/88 (0,1 mg/l) – sembra non destare alcun allarme. Sbagliavano i nostri avi nell'800 o sbagliamo noi oggi?

Certamente nel periodo storico che stiamo vivendo – dalla fine del XIX secolo ai primi anni del XXI secolo – l'industrializzazione, compresa quella dell'agricoltura con l'enorme sviluppo della chimica dei concimi e dei pesticidi (antiparassitari), ha portato alla formazione di numerosissime nuove sostanze organiche. Residui di queste sostanze, in aggiunta alle tre citate forme di azoto di cui abbiamo detto, hanno inquinato le falde acquifere di quelle zone dove «la grande industria» si è sviluppata, mettendo in subordine la tutela dell'ambiente e dei suoi abitanti. Solo così si potrebbe giustificare il *declassamento* dei nostri *parametri azotati*. Ma sarebbe poi una giustificazione?

Per completezza di informazione, riportiamo gli Allegati I e II al decreto 31/2001⁸. Per renderne più facile e comprensibile la lettura li abbiamo suddivisi in apposite tabelle, nelle quali si potranno leggere i parametri che si devono ricercare nelle acque potabili, i valori dei parametri stessi, le unità di misura, le note a margine e la frequenza dei campionamenti.

Nell'Allegato I, parte A (v. Tabella 1) si evidenzia come dal punto di vista microbiologico per avere potabilità delle acque di rete devono essere assenti il batterio *Escherichia coli* e gli *Enterococchi*; mentre nelle acque minerali, di cui si fa largo uso, devono risultare assenti oltre ai due parametri previsti per gli acquedotti anche lo *Pseudomonas aeruginosa*; e la *carica microbica* non deve superare le 100 colonie a 22°C e le 20 colonie a 37°C; dunque una normativa più restrittiva.

disinfezione con cloramine. Una contaminazione con ammoniaca può anche derivare da impianti e condutture di cemento (per rilascio) [...] La quantità di ammoniaca assunta giornalmente con gli alimenti e l'acqua potabile è circa 18 mg, per inalazione meno di 1 mg e con le sigarette (20 al giorno) meno di 1 mg. L'ammoniaca prodotta giornalmente dall'intestino umano è circa 4000 mg. Studi su animali di laboratorio hanno evidenziato che l'esposizione acuta a dosi elevate di sali di ammonio causa edema polmonare, acidosi, danno ai reni e al sistema nervoso centrale. L'esposizione cronica attraverso l'acqua potabile induce un progressivo adattamento all'acidosi e un aumento della pressione sanguigna; inoltre causa alterazioni a carico del bilancio del calcio nell'osso. Non sono stati evidenziati effetti sulla riproduzione e non ci sono evidenze che l'ammoniaca sia cancerogena. Effetti sull'uomo: l'ammoniaca ha un effetto tossico solo se la sua assunzione supera la capacità di smaltimento. La soglia di percezione olfattiva dell'ammoniaca nell'acqua è 1,5 mg/L, mentre dello ione ammonio è 35 mg/L».

⁸ Gli allegati I e II sono stati tratti dal documento del Ministero della Salute, Direzione Generale della Prevenzione. Testo coordinato del Decreto Legislativo 2 febbraio 2001, n. 31 cit., *Attuazione della direttiva 98/93/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano come modificato ed integrato dal Decreto Legislativo 2 febbraio 2002, n. 27.*

Nella parte B (v. Tabella 2)⁹ dell'Allegato I che riguarda i *parametri chimici*, si possono notare i valori massimi di alcuni importanti parametri quali *Arsenico* (10 µg/l), *Benzene* (1,0 µg/l), *Boro* 1,0 mg/l), *Bromato* (10 µg/l), *Cromo* (50 µg/l), *Rame* 1,0 mg/l, *Cianuro* (50 µg/l), *Piombo* (10 µg/l), *Nitrato* (50 mg/l), *Nitrito* (0,5 mg/l), *Antiparassitari*¹⁰ (0,1µg/l), *Tetracloroetilene* e *Tricloroetilene* (10 µg/l), *Triometani* (30 µg/l) e *Clorito* (200 µg/l).

Nella parte C (v. Tabella 4) dell'Allegato I sono invece riportati i *parametri indicatori* dei quali segnaliamo *Alluminio* (200 µg/l), *Ammonio* (0,5 mg/l), *Cloruro* (250 mg/l), *pH* (6,5-9,5), *Ferro* (200 µg/l), *Solfato* (250 mg/l), *Durezza* (valori consigliati 10- 50 gradi francesi) e il *disinfettante residuo* (valore consigliato 0,2 mg/l)¹¹.

⁹ Occorre precisare che l'unità di misura mg/l può essere scritta anche mg/L oppure mg/litro. Si è preferito lasciare la classica dicitura mg/l.

¹⁰ Gli antiparassitari sono denominati con vari nomi: prodotti fitosanitari, pesticidi, fitofarmaci. Nella tabella 3 - note esplicative - è riportata sia la concentrazione di 0,1 µg/l, riferita ad ogni singolo antiparassitario, sia la quantità totale di 0,5 µg/l, quando riguarda la somma dei singoli antiparassitari rilevati e quantificati nella procedura analitica di controllo.

¹¹ Supponendo che la disinfezione dell'acqua potabile venga effettuata con ipoclorito di sodio, come avviene nella maggior parte degli acquedotti italiani, a nostro avviso il valore di disinfettante residuo consigliato di 0,2 mg/l è troppo elevato sia per il cattivo sapore che dà all'acqua sia perché tale quantità forma composti organo-alogenati tra i quali i trialometani.

Non si tratta del valore massimo consentito ma solo consigliato: il che significa che il gestore dell'acquedotto potrebbe aumentarlo. Non si comprende perché questo valore dovrebbe essere «consigliato». In relazione a cosa? Si fa notare che la normativa vigente per le acque delle piscine prevede per il cloro residuo un range compreso tra 0,7-1,5 mg/l. La precedente normativa sulle piscine (Circolare n. 128 del Ministero della Sanità del 16 luglio 1971) che durò circa 40 anni, era molto più restrittiva: difatti il cloro residuo in uscita dalla vasca doveva essere compreso tra i valori 0,4-0,6 mg/l e in nessun punto della vasca doveva essere superato il valore di 1 mg/l. E normalmente si pensa che l'acqua della piscina non dovrebbe essere ingerita.

ALLEGATO I	
PARAMETRI E VALORI DI PARAMETRO	
PARTE A	
Parametri microbiologici	
Parametro	Valore di parametro (numero/100ml)
Escherichia coli (E. coli)	0
Enterococchi	0
Per le acque messe in vendita in bottiglie o contenitori sono applicati i seguenti valori:	
Parametro	Valore di parametro
Escherichia coli (E.coli)	0/250 ml
Enterococchi	0/250 ml
Pseudomonas aeruginosa	0/250 ml
Conteggio delle colonie a 22°C	100/ml
Conteggio delle colonie a 37°C	20/ml

Tabella 1. Parametri microbiologici

PARTE B

Parametri chimici

Parametro	Valore di parametro	Unità di misura	Note
Acrilammide	0,10	µg/l	Nota 1
Antimonio	5,0	µg/l	
Arsenico	10	µg/l	
Benzene	1,0	µg/l	
Benzo(a)pirene	0,010	µg/l	
Boro	1,0	mg/l	
Bromato	10	µg/l	Nota 2
Cadmio	5,0	µg/l	
Cromo	50	µg/l	
Rame	1,0	mg/l	Nota 3
Cianuro	50	µg/l	
1,2 dicloroetano	3,0	µg/l	
Epicloridrina	0,10	µg/l	Nota 1
Fluoruro	1,50	mg/l	
Piombo	10	µg/l	Note 3 e 4
Mercurio	1,0	µg/l	
Nichel	20	µg/l	Nota 3
Nitrato (come NO ₃)	50	mg/l	Nota 5
Nitrito (come NO ₂)	0,50	mg/l	Nota 5
Antiparassitari	0,10	µg/l	Nota 6 e 7
Antiparassitari-Totale	0,50	µg/l	Nota 6 e 8
Idrocarburi policiclici aromatici	0,10	µg/l	Somma delle concentrazioni di composti specifici; Nota 9
Selenio	10	µg/l	
Tetracloroetilene Tricloroetilene	10	µg/l	Somma delle concentrazioni dei parametri specifici
Triometani-Totale	30	µg/l	Somma delle concentrazioni di composti specifici; Nota 10
Cloruro di vinile	0,5	µg/l	Nota 1
Clorito	200	µg/l	Nota 11
Vanadio	50	µg/l	

Indipendentemente dalla sensibilità del metodo analitico utilizzato, il risultato deve essere espresso indicando lo stesso numero di decimali riportato in tabella per il valore di parametro.

Tabella 2. Parametri chimici

Nota 1	Il valore di parametro si riferisce alla concentrazione monomerica residua nell'acqua calcolata secondo le specifiche di rilascio massimo del polimero corrispondente a contatto con l'acqua.
Nota 2	Ove possibile, ci si deve adoperare per applicare valori inferiori senza compromettere la disinfezione. Per le acque di cui all'articolo 5 comma 1, lettere a), b) e d), il valore deve essere soddisfatto al più tardi entro il 25 dicembre 2008. Il valore di parametro per il bromato nel periodo compreso tra il 25 dicembre 2003 ed il 25 dicembre 2008 è pari a 25 µg/l.
Nota 3	Il valore si riferisce ad un campione di acqua destinata al consumo umano ottenuto dal rubinetto tramite un metodo di campionamento adeguato e prelevato in modo da essere rappresentativo del valore medio dell'acqua ingerita settimanalmente dai consumatori. Le procedure di prelievo dei campioni e di controllo vanno applicate se del caso, secondo metodi standardizzati da stabilire ai sensi dell'articolo 11 comma 1 lettera b). L'Autorità sanitaria locale deve tener conto della presenza di livelli di picco che possono nuocere alla salute umana.
Nota 4	Per le acque di cui all'articolo 5, comma 1, lettere a), b) e d), questo valore deve essere soddisfatto al più tardi entro il 25 dicembre 2013. Il valore di parametro del piombo nel periodo compreso tra il 25 dicembre 2003 ed il 25 dicembre 2013 è pari a 25µg/l. Le regioni, le Aziende sanitarie locali ed i gestori d'acquedotto, ciascuno per quanto di competenza, devono provvedere affinché venga ridotta al massimo la concentrazione di piombo nelle acque destinate al consumo umano durante il periodo previsto per conformarsi al valore di parametro; nell'attuazione delle misure intese a garantire il raggiungimento del valore in questione deve darsi gradualmente priorità ai punti in cui la concentrazione di piombo nelle acque destinate al consumo umano è più elevata.
Nota 5	Deve essere soddisfatta la condizione: $[\text{nitrito}]/50 + [\text{nitrito}]/0.5(0.1)^? I$, ove le parentesi quadre esprimono la concentrazione in mg/l per il nitrato (NO ₃) e per il nitrito (NO ₂), e il valore di 0,10 mg/l per i nitriti sia rispettato nelle acque provenienti da impianti di trattamento.
Nota 6	Per antiparassitari s'intende: - insetticidi organici - erbicidi organici - fungicidi organici - nematocidi organici - acaricidi organici - algicidi organici - rodenticidi organici - sostanze antimuffa organiche - prodotti connessi (tra l'altro regolatori della crescita) e i pertinenti metaboliti, prodotti di degradazione e di reazione. Il controllo è necessario solo per gli antiparassitari che hanno maggiore probabilità di trovarsi in un determinato approvvigionamento d'acqua.
Nota 7	Il valore di parametro si riferisce ad ogni singolo antiparassitario. Nel caso di aldrina, dieldrina, eptacloro ed eptacloro epossido, il valore parametrico è pari a 0,030 µg/l.
Nota 8	"Antiparassitari - Totale" indica la somma dei singoli antiparassitari rilevati e quantificati nella procedura di controllo.
Nota 9	I composti specifici sono i seguenti: - benzo(b)fluorantene - benzo(k)fluorantene - benzo(ghi)perilene - indeno(1,2,3-cd)pirene
Nota 10	I responsabili della disinfezione devono adoperarsi affinché il valore parametrico sia più basso possibile senza compromettere la disinfezione stessa. I composti specifici sono: cloroformio, bromoformio, dibromoclorometano, bromodichlorometano.
Nota 11	Per le acque di cui all'articolo 5, comma 1, lettere a), b) e d), questo valore deve essere soddisfatto al più tardi entro il 25 dicembre 2006. Il valore di parametro clorito nel periodo compreso tra il 25 dicembre 2003 ed il 25 dicembre 2006 è pari a 800µg/l.

Tabella 3. Note esplicative

PARTE C			
Parametri indicatori			
Parametro	Valore di parametro	Unità di misura	Note
Alluminio	200	µg/l	
Ammonio	0,50	mg/l	
Cloruro	250	mg/l	Nota 1
Clostridium perfringens (spore comprese)	0	Numero/100 ml	Nota 2
Colore	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale		
Conduttività	2500	µScm ¹ a 20°C	Nota 1
Concentrazione ioni idrogeno	?6,5 e ?9,5	Unità pH	Note 1 e 3
Ferro	200	µg/l	
Manganese	50	µg/l	
Odore	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale		
Ossidabilità	5,0	mg/l O ₂	Nota 4
Solfato	250	mg/l	Nota 1
Sodio	200	mg/l	
Sapore	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale		
Conteggio delle colonie a 22°C	Senza variazioni anomale		
Batteri coliformi a 37°C	0	Numero/100 ml	Nota 5
Carbonio organico totale (TOC)	Senza variazioni anomale		Nota 6
Torbidità	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale		Nota 7
Durezza *			Il limite inferiore vale per le acque sottoposte a trattamento di addolcimento o di dissalazione
Residuo secco a 180°C **			
Disinfettante residuo ***			

Indipendentemente dalla sensibilità del metodo analitico utilizzato, il risultato deve essere espresso indicando lo stesso numero di decimali riportato in tabella per il valore di parametro.

* valori consigliati: 10-50 °F.
 ** valore massimo consigliato: 1500 mg/L.
 *** valore consigliato 0,2 mg/L (se impiegato).

Tabella 4. Parametri indicatori

RADIOATTIVITA'

Parametro	Valore di parametro	Unità di misura	Note
Trizio	100	Becquerel/l	Note 8 e 10
Dose totale indicativa	0,10	mSv/anno	Note 9 e 10

Nota 1	L'acqua non deve essere aggressiva.
Nota 2	Tale parametro non deve essere misurato a meno che le acque provengano o siano influenzate da acque superficiali. In caso di non conformità con il valore parametrico, l'Azienda sanitaria locale competente al controllo dell'approvvigionamento d'acqua deve accertarsi che non sussistano potenziali pericoli per la salute umana derivanti dalla presenza di microrganismi patogeni quali ad esempio il cryptosporidium. I risultati di tutti questi controlli debbono essere inseriti nelle relazioni che debbono essere predisposte ai sensi dell'articolo 18, comma 1.
Nota 3	Per le acque non frizzanti confezionate in bottiglie o contenitori il valore minimo può essere ridotto a 4,5 unità di pH. Per le acque confezionate in bottiglie o contenitori, naturalmente ricche di anidride carbonica o arricchite artificialmente, il valore minimo può essere inferiore.
Nota 4	Se si analizza il parametro TOC non è necessario misurare questo valore.
Nota 5	Per le acque confezionate in bottiglie o contenitori, l'unità di misura è "Numero/250 ml".
Nota 6	Non è necessario misurare questo parametro per approvvigionamenti d'acqua inferiori a 10.000 m ³ al giorno.
Nota 7	In caso di trattamento delle acque superficiali si applica il valore di parametro: a 1,0 NTU (unità nefelometriche di torbidità) nelle acque provenienti da impianti di trattamento.
Nota 8	Frequenza dei controlli da definire successivamente nell'allegato II.
Nota 9	Ad eccezione del trizio, potassio-40, radon e prodotti di decadimento del radon; frequenza dei controlli, metodi di controllo e siti più importanti per i punti di controllo da definire successivamente nell'allegato II.
Nota 10	La regione o provincia autonoma può non fare effettuare controlli sull'acqua potabile relativamente al trizio ed alla radioattività al fine di stabilire la dose totale indicativa quando sia stato accertato che, sulla base di altri controlli, i livelli del trizio o della dose indicativa calcolata sono ben al di sotto del valore di parametro. In tal caso essa comunica la motivazione della sua decisione al Ministero della Sanità, compresi i risultati di questi altri controlli effettuati.

(AVVERTENZA)

Fermo restando quanto disposto dall'articolo 8, comma 3, a giudizio dell'Autorità sanitaria competente, potrà essere effettuata la ricerca concernente i seguenti parametri accessori con i rispettivi volumi di riferimento:

Parametro	Volume di riferimento
Alghe	1L
Batteriofagi anti-E.coli	100L
Nematodi a vita libera	1L
Enterobatteri patogeni	1L
Enterovirus	100 L
Funghi	100 mL
Protozoi	100 L
Pseudomonas aeruginosa	250 mL
Stafilococchi patogeni	250 m

Tali parametri vanno ricercati con le metodiche di cui all'art. 8 comma 3. Devono comunque essere costantemente assenti nelle acque destinate al consumo umano gli Enterovirus, i Batteriofagi anti-E.coli, gli Enterobatteri patogeni e gli Stafilococchi patogeni.

Tabella 5. Radioattività, note e ricerca di parametri accessori

ALLEGATO II**CONTROLLO****TABELLA A****Parametri da analizzare***1. Controllo di routine*

Il controllo di routine mira a fornire ad intervalli regolari informazioni sulla qualità organolettica e microbiologica delle acque fornite per il consumo umano nonché informazioni sull'efficacia degli eventuali trattamenti dell'acqua potabile (in particolare di disinfezione), per accertare se le acque destinate al consumo umano rispondano o no ai pertinenti valori di parametro fissati dal presente decreto.

Vanno sottoposti a controllo di routine i seguenti parametri:

- Alluminio (Nota 1)
- Ammonio
- Colore
- Conduttività
- Clostridium perfringens (spore comprese) (Nota 2)
- Escherichia coli (E. coli)
- Concentrazione ioni idrogeno
- Ferro (Nota 1)
- Nitriti (Nota 3)
- Odore
- Pseudomonas aeruginosa (Nota 4)
- Sapore
- Conteggio delle colonie a 22°C e 37°C (Nota 4)
- Batteri coliformi a 37°C
- Torbidità
- Disinfettante residuo (se impiegato)

Nota 1	Necessario solo se usato come flocculante o presente, in concentrazione significativa, nelle acque utilizzate. (°).
Nota 2	Necessario solo se le acque provengono o sono influenzate da acque superficiali (°).
Nota 3	Necessario solo se si utilizza la clorammina nel processo di disinfezione (°).
Nota 4	Necessario solo per le acque vendute in bottiglie o in contenitori.

° In tutti gli altri casi i parametri sono contenuti nell'elenco relativo al controllo di verifica.

2. Controllo di verifica

Il controllo di verifica mira a fornire le informazioni necessarie per accertare se tutti i valori di parametro contenuti nel decreto sono rispettati. Tutti i parametri fissati sono soggetti a controllo di verifica, a meno che l'Azienda sanitaria locale competente al controllo non stabilisca che, per un periodo determinato, è improbabile che un parametro si ritrovi in un dato approvvigionamento d'acqua in concentrazioni tali da far prevedere il rischio di un mancato rispetto del relativo valore di parametro.

Il presente punto non si applica ai parametri per la radioattività.

Tabella 6. Parametri da analizzare nel controllo di routine e nel controllo di verifica

TABELLA B 1

Frequenza minima di campionamento e analisi per le acque destinate al consumo umano fornite da una rete di distribuzione, da cisterne, o utilizzate nelle imprese alimentari.

I campioni debbono essere prelevati nei punti individuati ai sensi dell'art. 6, al fine di garantire che le acque destinate al consumo umano soddisfino i requisiti del presente decreto. Tuttavia, nel caso di una rete di distribuzione, i campioni possono essere prelevati nella zona di approvvigionamento o presso gli impianti di trattamento per particolari parametri se si può dimostrare che il valore ottenuto per i parametri in questione non sarebbe modificato negativamente.

Volume d'acqua distribuito o prodotto ogni giorno in una zona di approvvigionamento (Note 1 e 2) m ³	Controllo di routine - Numero di campioni all'anno (Note 3, 4 e 5)	Controllo di verifica - Numero di campioni all'anno (Note 3 e 5)
? 100	(Nota 6)	(Nota 6)
> 100	? 1.000	4
>1.000	?10.000	1
		+ 1 ogni 3.300 m ³ /g del volume totale e frazione di 3.300
>10.000	?100.000	3
		+ 1 ogni 10.000 m ³ /g del volume totale e frazione di 10.000
>100.000		10
		+ 1 ogni 25.000 m ³ /g del volume totale e frazione di 25.000

Nota 1	Una zona di approvvigionamento è una zona geograficamente definita all'interno della quale le acque destinate al consumo umano provengono da una o varie fonti e la loro qualità può essere considerata sostanzialmente uniforme.
Nota 2	I volumi calcolati rappresentano una media su un anno. Per determinare la frequenza minima in una zona di approvvigionamento invece che sul volume d'acqua si può fare riferimento alla popolazione servita calcolando un consumo di 200 l pro capite al giorno.
Nota 3	Nel caso di approvvigionamento intermittente di breve durata, la frequenza del controllo delle acque distribuite con cisterna deve essere stabilita dall'Azienda sanitaria locale.
Nota 4	Per i differenti parametri di cui all'allegato I l'Azienda sanitaria locale può ridurre il numero dei campioni indicato nella tabella se: a) i valori dei risultati dei campioni prelevati in un periodo di almeno due anni consecutivi sono costanti e significativamente migliori dei limiti previsti dall'allegato I e b) non esiste alcun fattore capace di diminuire la qualità dell'acqua. La frequenza minima non deve essere inferiore al 50% del numero di campioni indicato nella tabella, salvo il caso specifico di cui alla nota 6.
Nota 5	Nella misura del possibile, il numero di campioni deve essere equamente distribuito in termini di tempo e luogo.
Nota 6	La frequenza deve essere stabilita dall'Azienda sanitaria locale.

Tabella 7. Frequenza minima di campionamento e analisi per le acque destinate al consumo umano

Com'era l'acqua dei pozzi, del fiume Misa e dei laghetti collinari negli anni '90 del Novecento

Merita che sia ricordata la ricerca effettuata nel periodo 1991-1996 dal Servizio di Igiene e Sanità Pubblica di Senigallia (ex USL 8 ed ex-ASL 4)¹² sulla qualità delle acque dei pozzi impiegati per approvvigionare gli acquedotti dei comuni della Valle Misa e Nevola e delle acque fluviali; nel 1993 furono monitorate altresì le acque di 24 laghetti collinari impiegati a scopo irriguo nei comuni di Ostra, Ostra Vetere, Barbara e Serra de' Conti.

La ricerca riveste particolare importanza perché per la prima volta, nell'anno 1993, venivano monitorate le acque di tre corpi idrici diversi, al fine di valutare la loro contaminazione in nitrati e in prodotti fitosanitari, in particolare di erbicidi.

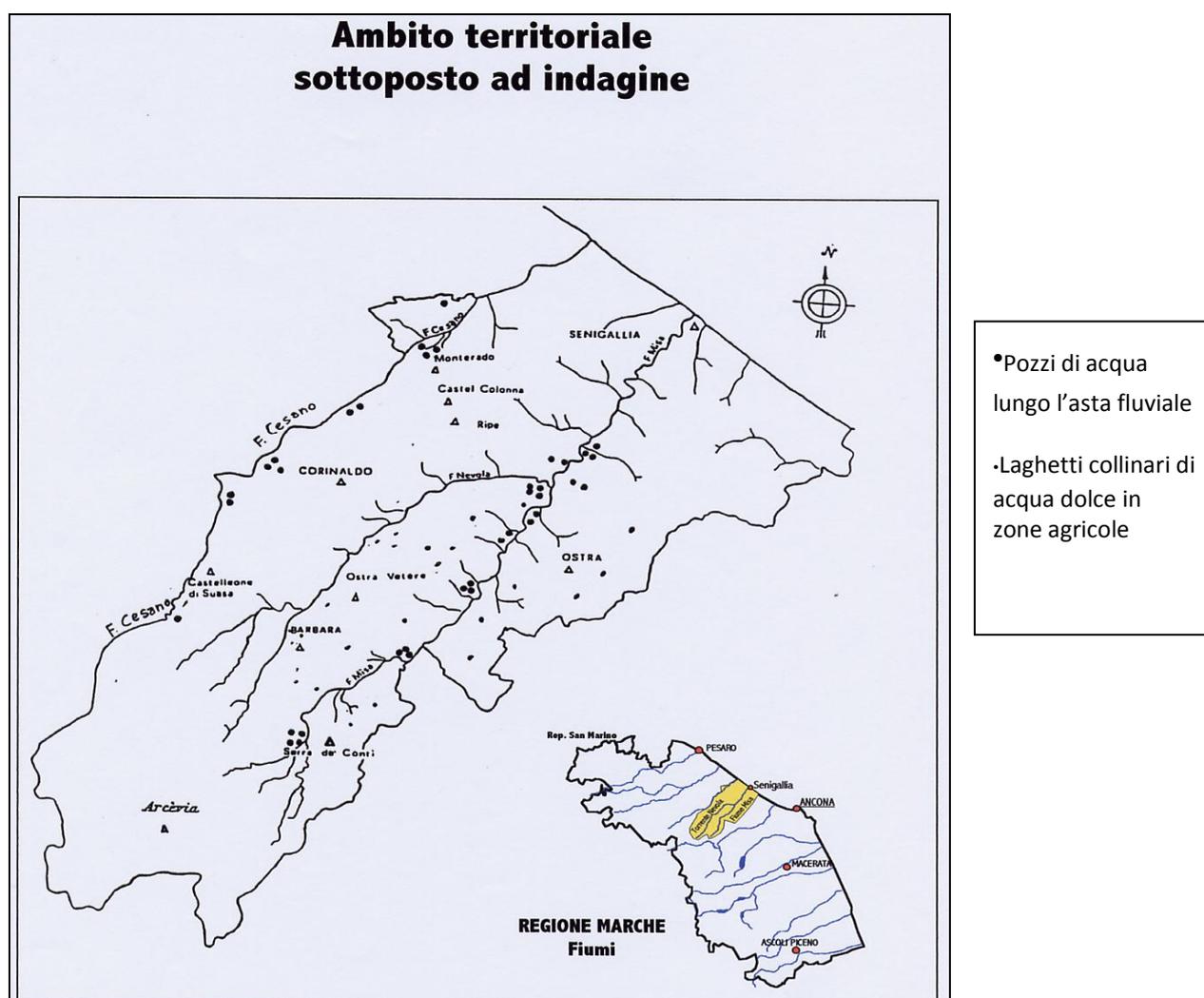


Figura 3. Il fiume Misa ed il suo affluente Nevola (al centro della figura)

¹² R. Morici, M.G. Tavoletti, *Residui di prodotti fitosanitari e di composti azotati nelle acque ad uso potabile e nelle acque superficiali*, Inquinamento n. 13, febbraio 2000, pp. 46-52; R. Morici, *Prodotti fitosanitari e nitrati nelle acque potabili e superficiali*, relazione alla giornata di studio *Acque destinate al consumo umano – Qualità delle acque potabili e novità legislative*, Gruppo Scientifico Italiano Studi e Ricerche, Milano, 24 maggio 2000.

Dai risultati ottenuti è stata riscontrata una progressiva diminuzione dei valori massimi degli erbicidi appartenenti alle triazine (atrazina, terbutilazina, simazina) nei pozzi; nel fiume Misa tale diminuzione è stata constatata nel triennio 1994-1996 (figura 5).

Nel Misa è stato altresì rilevato, in modo particolare nel 1996, un aumento dei campioni positivi agli erbicidi ammidici (alachlor e metolachlor) e agli erbicidi ureici (linuron, diuron e chlortoluron) forse a causa degli eventi piovosi di forte intensità verificatisi in quel periodo¹³.

La presenza di nitrati e di residui di erbicidi negli acquiferi era favorita dai suoli ghiaiosi o sabbiosi, che sono molto permeabili, e che facilitavano in tal modo la nitrificazione e la lisciviazione. Invece la presenza di nitrati e di erbicidi nelle acque fluviali era causata dal dilavamento di aree agricole sottoposte alle pratiche di concimazione e di diserbo: le piogge avevano di fatto trasportato tali sostanze dai campi al fiume. La concentrazione media di nitrati invece era aumentata sia nei pozzi sia nelle acque fluviali¹⁴ (figura 4).

Nei laghetti collinari sono stati riscontrati residui di prodotti fitosanitari erbicidi appartenenti alle triazine (in particolare di atrazina), ai fenossiderivati (2,4 - D, MCPA, MCPP), ai derivati ammidici (alachlor e metolachlor), ai fungicidi benzimidazolici (benomyl, carbendazim, thiabendazole), all'insetticida-nematocida (carbofuran), come risulta dalla figura 6¹⁵.

La presenza di nitrati (figura 7) e di residui di fitofarmaci nelle acque lacustri poteva essere attribuita al dilavamento dei terreni che, con le piogge, contaminavano le loro acque; oppure a cause accidentali; o a trattamenti non proprio corretti effettuati dagli utilizzatori di tali sostanze¹⁶.

Sono risultati assenti in tutte le acque analizzate gli insetticidi clororganici¹⁷: endosulfan, eptacloro, chlordane, aldrin, dieldrin, endrin.

¹³ *Chiare fresche dolci acque di Senigallia*, cit., p. 70.

¹⁴ *Ibidem*, pp. 70-73.

¹⁵ R. Morici, M.G. Tavoletti, L. Quagliarini, *Monitoraggio chimico-fisico, chimico e microbiologico di laghetti collinari*, *Biologi Italiani* n. 8, settembre 1994, pp. 43-47; R. Morici, F. Morici, *Dal Troento all'Isauro/Sulla qualità delle acque fluviali in Il clima le acque la terra nella storia delle Marche*, Provincia di Macerata, maggio 2008, pp. 204-207.

¹⁶ R. Morici, M.G. Tavoletti, L. Quagliarini, cit., pp. 45-46; R. Morici, F. Morici, *Dal Troento all'Isauro/Sulla Qualità delle acque fluviali*, cit., p. 203-204.

¹⁷ R. Morici, F. Morici, cit., pp. 203-204.

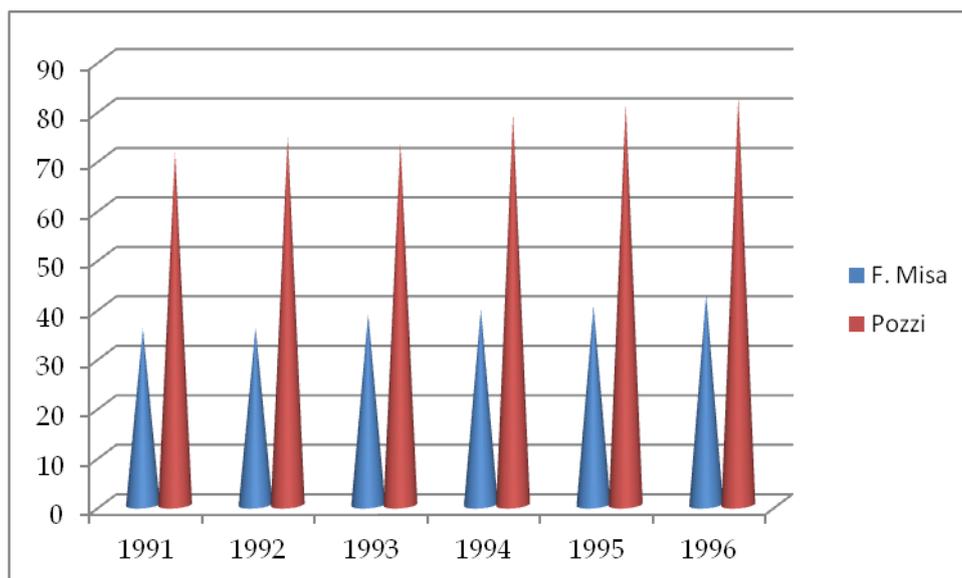


Figura 4. Concentrazione media di nitrati (mg/l NO₃) nei pozzi e nel fiume Misa

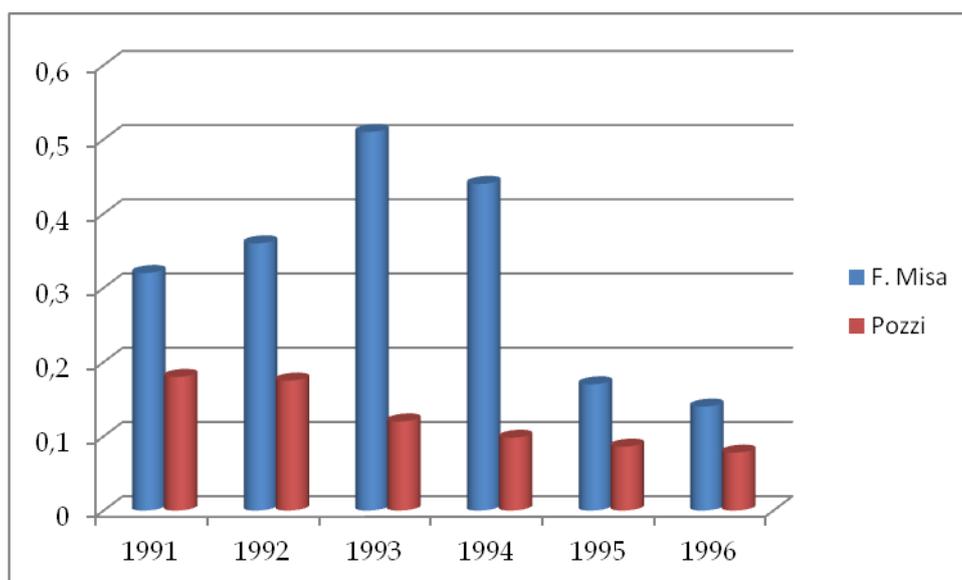


Figura 5. Valori massimi di erbicidi triazinici (µg/l) nei pozzi e nel fiume Misa nel periodo 1991-1996

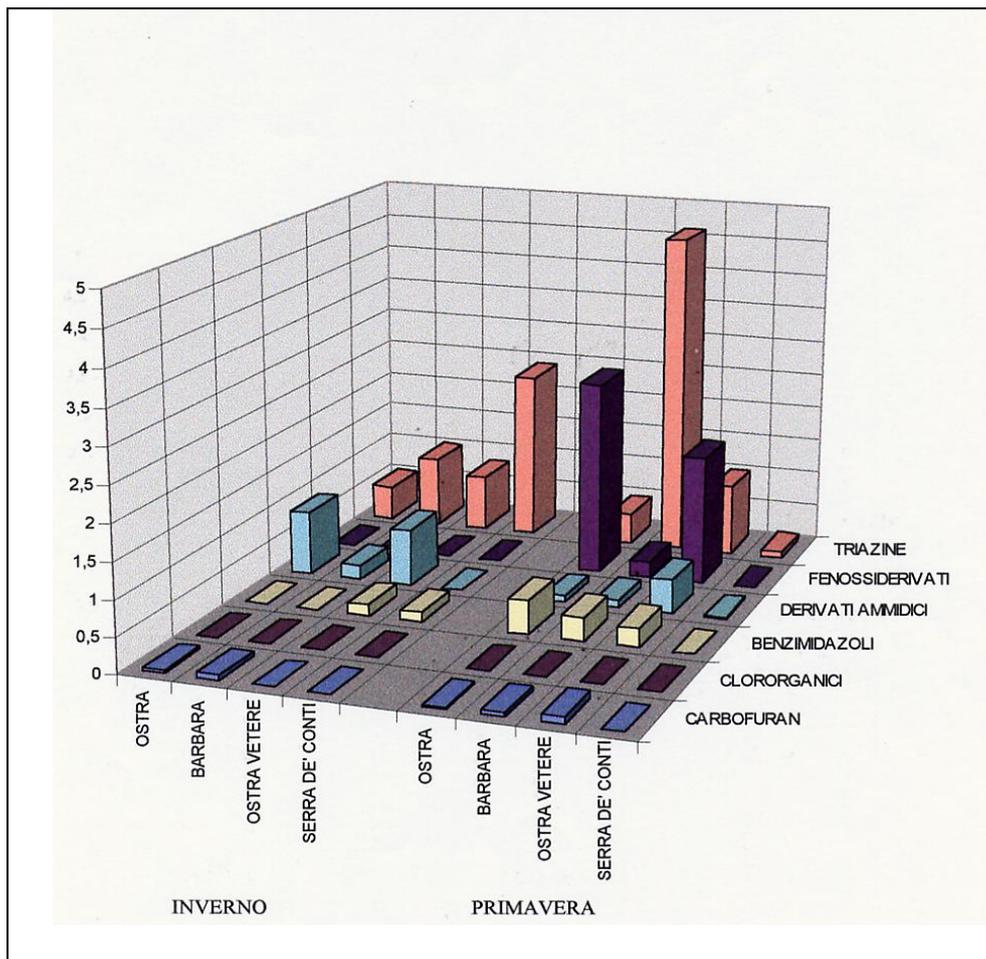


Figura 6. Valori massimi di erbicidi, insetticidi e fungicidi, espressi in $\mu\text{g}/\text{l}$, in laghetti collinari

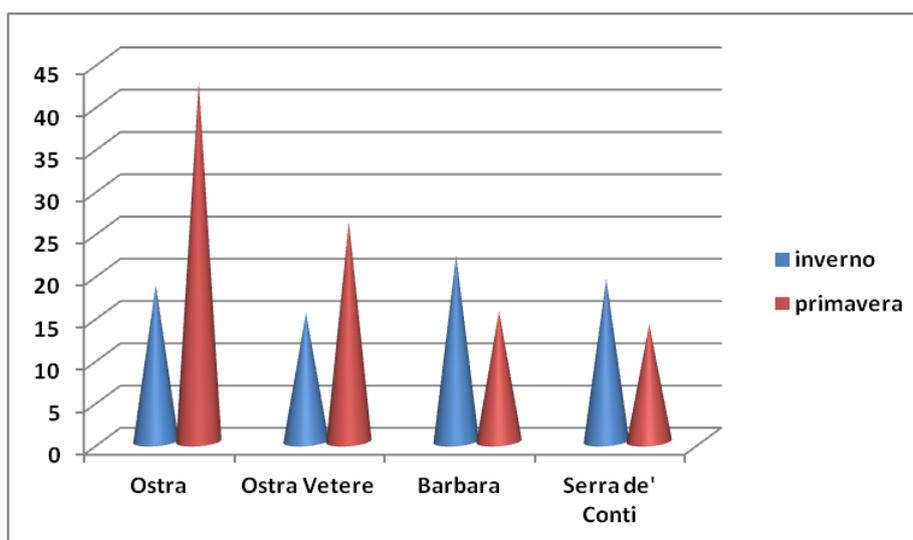


Figura 7. Concentrazione media di nitrati ($\text{mg}/\text{l NO}_3$) nei laghetti collinari

Com'è la qualità delle acque dolci nei primi anni del XXI secolo

Nel periodo 1999-2002 l'ARPAM e l'Amministrazione Provinciale di Ancona effettuarono un monitoraggio delle acque fluviali e delle risorse idriche sotterranee¹⁸. Il monitoraggio era finalizzato alla ricerca dei nitrati ai sensi dell'ex D.P.R. n. 236/88 per quanto attiene la qualità delle acque sotterranee e delle fonti di approvvigionamento idrico-potabile. I risultati non erano cambiati rispetto a dieci anni prima. I pozzi e le sorgenti esaminati in ambito regionale furono 1131; di questi 823 avevano un range di concentrazione in nitrati compreso tra 0-40 mg/l; 51 tra 40-50 mg/l (pozzi vulnerabili) e ben 257 più di 50 mg/l (vulnerati)¹⁹. In particolare per quanto riguarda il bacino idrografico del fiume Misa furono esaminati 199 pozzi e sorgenti dislocati lungo l'asta fluviale, in zone in cui è praticata l'agricoltura intensiva; di questi 161 con un range in nitrati compreso tra 0-40 mg/l; 2 pozzi con range 40-50 mg/l e 36 con quantità di nitrati maggiore di 50 mg/l²⁰.

Dall'esame dei risultati emerse ancora una volta, come già negli anni '90, il grave problema dei nitrati che - come sappiamo - derivano dalla concimazione dei terreni agricoli con un eccessivo utilizzo di fertilizzanti azotati, dallo smaltimento di reflui zootecnici in eccesso rispetto alle esigenze agronomiche, oltre che dalla dispersione di reti fognarie e da eventuali scarichi di reflui urbani e industriali privi di denitrificazione. Soltanto le zone montane avevano acqua di buona qualità; la sorgente di Gorgovivo, per esempio, situata nel territorio di Serra San Quirico.

Nel 2004 l'ARPAM condusse un'indagine approfondita sui sedimenti e sulle acque di quattro fiumi delle Marche, tra cui il nostro Misa²¹. Dall'indagine risultò, con riferimento al nostro fiume, un aumento della concentrazione dei nitrati soprattutto nel medio e basso corso, che si andava a sommare ad un elevato tenore di nitrati nelle acque sotterranee²².

¹⁸ Amministrazione della Provincia di Ancona, ARPAM, *Acque interne e risorse idriche sotterranee (1999-2002)*, Cap.5.

http://www.provincia.ancona.it/ecologia/Engine/RAServeFile.php/f/Agenda21Download/RSA_rf_cap5.pdf

¹⁹ *Ibidem*, 148-149.

²⁰ *Ibidem*, p. 149.

²¹ ARPAM, *Caratterizzazione di areali dei bacini del Foglia, Misa, Chienti e Tronto attraverso l'utilizzo dei sedimenti: profili chimici e tossicologici*, 2004. Le ricerche sono state effettuate dai Dipartimenti provinciali ARPAM di Ancona, Ascoli Piceno, Macerata e Pesaro-Urbino, coordinati da Paola Tombolesi, nell'ambito del progetto nazionale di monitoraggio sulle acque superficiali promosso dal Ministero dell'Ambiente e dall'APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici).

²² *Ibidem*, cit., p. 32.

Qualità dei corpi idrici sotterranei

Parliamo adesso della qualità delle acque sotterranee (corpi idrici sotterranei).

A tale proposito, e non solo, l'ARPAM ha programmato un monitoraggio nel territorio regionale, effettuato per il periodo 2009-2012²³, ai sensi del D.M. n. 30/2009²⁴ e del D.M. n. 260/2010²⁵. Nel secondo dei due decreti è riportato il regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali a modifica di quelli del precedente Decreto Legislativo n. 152/2006²⁶.

Tali normative offrono la definizione di corpo idrico sotterraneo²⁷:

Il corpo idrico sotterraneo è per definizione un volume distinto di acque sotterranee contenuto da uno o più acquiferi. Deve essere individuato come quella massa di acqua caratterizzata da omogeneità nello stato ambientale (qualitativo e/o quantitativo), tale da permettere, attraverso l'interpretazione delle misure effettuate in un numero significativo di stazioni di campionamento, di valutarne lo stato e di individuare il trend. Può essere coincidente con l'acquifero che lo contiene, può esserne una parte, ovvero corrispondere a più acquiferi diversi o loro porzioni. Le definizioni di acquifero e di corpo idrico sotterraneo permettono di identificare i corpi idrici sotterranei sia separatamente, all'interno di strati diversi che si sovrappongono su un piano verticale, sia come singolo corpo idrico che si estende tra i diversi strati. Un corpo idrico sotterraneo può essere all'interno di uno o più acquiferi, come, ad esempio, nel caso di due acquiferi adiacenti caratterizzati da pressioni simili e contenenti acque con caratteristiche qualitative e quantitative analoghe. I corpi idrici devono essere delimitati in modo da permettere una descrizione appropriata ed affidabile dello stato quantitativo e chimico delle acque sotterranee. La valutazione dello stato quantitativo è facilitata se i corpi idrici sotterranei sono delimitati in modo tale che qualsiasi flusso di acqua sotterranea da un corpo idrico ad un altro è talmente piccolo da poter essere trascurato nei calcoli dei bilanci idrici oppure può essere stimato con sufficiente precisione.

Pertanto la normativa richiede due tipi di monitoraggio, uno per la valutazione dello *stato quantitativo* e un altro per la valutazione dello *stato chimico*. A sua volta il monitoraggio dello stato chimico viene suddiviso in un *monitoraggio di sorveglianza* da effettuarsi su tutti i corpi idrici e un *monitoraggio operativo* da effettuarsi sui corpi idrici definiti *a rischio*.

Il monitoraggio condotto dall'ARPAM prevede dunque:

- 1) l'identificazione dei complessi idrogeologici e degli acquiferi;
- 2) l'identificazione e la caratterizzazione dei corpi idrici sotterranei;
- 3) l'analisi delle pressioni e degli impatti;
- 4) la valutazione della vulnerabilità dei corpi idrici sotterranei rispetto alle pressioni individuate;
- 5) la valutazione della qualità dei corpi idrici sotterranei.

²³ ARPAM, *Relazione sullo stato di qualità dei corpi idrici sotterranei nel periodo 2009-2012*, luglio 2013.

²⁴ Decreto Legislativo 16 marzo 2009, n. 30. *Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento*. (G.U. n. 79 del 4 aprile 2009).

²⁵ Decreto 8 novembre 2010, n. 260. *Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo*. (G.U. Serie Generale n. 30 del 7-2-2011, S.O. n. 31).

²⁶ Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152. *Norme di materia ambientale*. (G.U. n. 88 del 14 aprile 2006, S.O. n. 96).

²⁷ Decreto 8 novembre 2010, n. 260, cit., p. 5.

Monitoraggio di sorveglianza

Il monitoraggio di sorveglianza deve essere effettuato durante ogni periodo di pianificazione della gestione di un bacino idrografico e non può superare la periodicità dei 6 anni prevista per la revisione e l'aggiornamento dei Piani di gestione dei bacini idrografici; le Regioni ne possono aumentare la frequenza in relazione ad esigenze territoriali. La scelta di un'appropriata frequenza di monitoraggio di sorveglianza è generalmente basata sul modello concettuale e sui dati di monitoraggio delle acque sotterranee esistenti. Laddove vi sia una adeguata conoscenza del sistema delle acque sotterranee e sia già stato istituito un programma di monitoraggio a lungo termine, questo deve essere utilizzato per determinare un'appropriata frequenza del monitoraggio di sorveglianza²⁸.

L'ARPAM effettuerà il monitoraggio nel 2015 con frequenza trimestrale per le stazioni di cui non ci sono dati pregressi, e con frequenza semestrale per le stazioni di cui dispongono di dati storici.

a) Monitoraggio operativo

Il monitoraggio operativo è richiesto solo per i corpi idrici a rischio di non raggiungere gli obiettivi di qualità ambientale. Deve essere effettuato tutti gli anni nei periodi intermedi tra due monitoraggi di sorveglianza a una frequenza sufficiente a rilevare gli impatti delle pressioni e, comunque, almeno una volta all'anno. Deve essere finalizzato principalmente a valutare i rischi specifici che determinano il non raggiungimento degli obiettivi²⁹.

Inoltre è raccomandato il controllo del livello idrico e della portata al fine di descrivere lo stato fisico del sito come supporto per interpretare le variazioni (stagionali) o le tendenze nella composizione chimica delle acque sotterranee.

b) Monitoraggio quantitativo

La rete di monitoraggio dello stato quantitativo delle acque sotterranee è progettata in modo da fornire una stima affidabile dello stato quantitativo di tutti i corpi idrici o gruppi di corpi idrici sotterranei, compresa la stima delle risorse idriche sotterranee disponibili. Le Regioni inseriscono nei piani di tutela una o più mappe che riportano detta rete. Il monitoraggio quantitativo ha l'obiettivo di integrare e confermare la validità della caratterizzazione e della procedura di valutazione di rischio, determinare lo stato quantitativo del corpo idrico sotterraneo, supportare la valutazione dello stato chimico, l'analisi delle tendenze e la progettazione e la valutazione dei programmi di misure. Il monitoraggio quantitativo può essere richiesto su due differenti piani. In primo luogo, se possibile, bisogna valutare i livelli e i flussi delle acque lungo un corpo idrico sotterraneo. Questi possono essere correlati alla valutazione del bilancio idrico dell'intero corpo idrico sotterraneo. In secondo luogo, può essere necessario un monitoraggio «locale» più mirato sui flussi e sui livelli riferiti ai corpi recettori pertinenti che sono localmente alimentati dalle acque sotterranee, ad es. corpi idrici superficiali (fiumi, laghi ed estuari) ed ecosistemi terrestri dipendenti dalle acque sotterranee. Quest'ultimo monitoraggio può includere informazioni integrative sulla salinità (con riferimento alle intrusioni saline) o informazioni integrative derivanti dal monitoraggio ecologico svolto ai sensi della normativa nazionale e comunitaria vigente (come prova dell'impatto sugli ecosistemi dovuti all'estrazione di acqua sotterranea)³⁰.

²⁸ *Ibidem*, p. 115.

²⁹ *Ibidem*, p. 117.

³⁰ *Ibidem*, p. 119-121.

La classificazione dei corpi idrici sotterranei è stata effettuata valutando la conformità agli standard di qualità e ai valori medi di tutte le sostanze ricercate in ciascun sito. Il superamento anche per una sola sostanza e per un solo sito all'interno di un corpo idrico determina il declassamento a *cattivo* dello stato chimico dell'intero corpo idrico.

Nel nostro lavoro prendiamo in considerazione soltanto lo studio del corpo idrico che comprende le alluvioni vallive del fiume Misa, del suo affluente Nevola e dei loro tributari³¹. Tale corpo idrico è stato classificato dalla Regione Marche «a rischio», pertanto soggetto a *monitoraggio operativo qualitativo e quantitativo* semestrale in corrispondenza del periodo di maggior o minor deflusso delle acque sotterranee.

L'ARPAM ha individuato nove punti di monitoraggio distribuiti omogeneamente lungo le zone vallive del Misa e del Nevola:

- 1) Campo pozzi Pancaldo (pozzo n. 3), in località Ostra Vetere (sigla AN-07101)
- 2) Campo pozzi Casine (pozzo n. 2), in località Ostra (sigla AN 07136)
- 3) Campo pozzi Ripe (pozzo n. 3), in località Ripe (sigla AN-07147)
- 4) Campo pozzi Osteria (pozzo n. 2), in località Serra de' Conti (sigla AN-07150)
- 5) Campo pozzi Molino, in località Ostra Vetere (sigla AN-07246) (per Barbara pozzo n. 1)
- 6) Pozzo privato, Via Montalboddo, 19, in località Ostra (sigla AN-12064)
- 7) Pozzo privato, Via Pian d'Appresso, in località Ostra (sigla AN-12065)
- 8) Pozzo privato, Stradone Misa, 60, in località Senigallia (sigla AN-12072)
- 9) Pozzo privato, Via Molino Marazzana, 7, in località Senigallia (sigla AN- 12116)

Lo stato complessivo della qualità del corpo idrico è risultato dal punto di vista chimico *cattivo*. Analizzando ogni singolo punto notiamo che il risultato *cattivo* riguarda le stazioni di monitoraggio contrassegnate con i numeri 1 (località Ostra Vetere), 7 (località Ostra) e 9 (località Senigallia). Le stazioni di monitoraggio n. 1 e n. 7 hanno superato la concentrazione dei nitrati con valori medi rispettivamente di 58 mg/l e 74 mg/l, e la stazione n. 9 per il superamento del valore dei cloruri pari a 287 mg/l.

a) Nel punto di monitoraggio 1 (località Ostra Vetere) sono stati trovati molti residui. Riportiamo solo i valori medi dei parametri più rappresentativi: gli insetticidi clororganici³² aldrin e dieldrin pari a 0,005 µg/l; metolachlor 0,005 µg/l; cromo totale 0,955 µg/l; cromo esavalente 1,0 µg/l; nichel 1,8 µg/l, nitrati 58 mg/l; nitriti 25 µg/l; selenio 3,66 µg/l; vanadio 0,255 µg/l.

b) Anche nel punto n. 7 (località Ostra) rileviamo la presenza degli stessi insetticidi clorurati aldrin e dieldrin (0,005 µg/l); metolachlor 0,024 µg/l; cianuri liberi 1,0 µg/l; cromo totale 1,66 µg/l; cromo esavalente 1,07 µg/l; nichel 1,26 µg/l; nitrati 74 mg/l; nitriti 25 µg/l; mercurio 0,05 µg/l; selenio 0,807 µg/l; vanadio 0,42 µg/l.

c) Infine nel punto 9 (località Senigallia) ritroviamo ancora gli insetticidi aldrin e dieldrin nelle stesse concentrazioni; metolachlor 0,005 µg/l; antimonio 0,25 µg/l; arsenico 1,15 µg/l; boro 137 µg/l; benzene 0,05 µg/l; cadmio 0,033 µg/l; cianuri liberi 1,0 µg/l; cloruri 287 mg/l; cromo totale 0,25 µg/l; cromo esavalente 1,0 µg/l; ione ammonio 3,43 µg/l; mercurio 0,11 µg/l; nitrati 40,8 mg/l; nitriti 25 µg/l; selenio 1,98 µg/l; toluene 0,05 µg/l; vanadio 0,407 µg/l.

³¹ ARPAM, *Relazione sullo stato di qualità dei corpi idrici sotterranei nel periodo 2009-2012*, cit., p. 62.

³² Gli insetticidi clororganici a cui appartengono *aldrin* e *dieldrin* sono vietati da molti anni; tuttavia persistono ancora, per quantità molto basse rilevate dall'ARPAM. Residui di questi insetticidi non sono stati trovati invece nella ricerca effettuata dal Servizio di Igiene e Sanità Pubblica di Senigallia (ex-USL 8 ed ex-ASL 4) nel periodo 1991-1996.

Si constata inoltre la presenza di residui inquinanti che – seppur in quantità inferiore a quella massima consentita dalle attuali norme – sono comunque preoccupanti per il loro elevato numero.

Per quanto riguarda la presenza di nitrati rileviamo come il trend sia andato in diminuzione nei periodi di campionamento pluriennali ad eccezione del punto n. 9 di Senigallia che mostra un trend in lieve aumento.

Risulta importante altresì riportare i valori dei picchi massimi di nitrati (espressi in NO₃ mg/l) raggiunti nei punti di campionamento sottostanti studiati nel periodo 2009-2012³³:

1) Ostra Vetere	135
2) Ostra	70
3) Ripe	100
4) Serra de' Conti	62
5) Ostra Vetere-Barbara	150
6) Ostra	59
7) Ostra	135
8) Senigallia	170
9) Senigallia	105

Riportiamo nella tabella 8 il quadro riassuntivo dello stato chimico del corpo idrico esaminato dall'ARPAM nel periodo 1° gennaio 2009 - 31 dicembre 2012³⁴. Confrontando questi dati con l'indagine eseguita nel periodo 1991-1996 dal Servizio di Igiene e Sanità Pubblica di Senigallia (ex-USL 8 ed ex-ASL 4) – che abbiamo già commentato – constatiamo come la presenza di nitrati nelle acque di pozzo sia ancora consistente; per quanto riguarda lo stato chimico del corpo idrico, il giudizio espresso dall'ARPAM è risultato dal punto di vista della qualità *cattivo*³⁵.

³³ *Ibidem*, pp. 67-68.

³⁴ *Ibidem*. p. 64.

³⁵ *Ibidem*, p. 64.

Codice corpo idrico	Codice sito	Periodo di monitoraggio	Periodo di monitoraggio	N. campionamenti	Classificazione sito	Stato chimico del corpo idrico
IT11C_AV_MIS (Fiume Misa)	AN-07101	01-gen-09	31-dic-12	6	CATTIVO (Nitrati)	C A T T I V O
	AN-07136	01-gen-09	31-dic-12	7	BUONO	
	AN-07147	01-gen-09	31-dic-12	8	BUONO	
	AN-07150	01-gen-09	31-dic-12	7	BUONO	
	AN-07246	01-gen-09	31-dic-12	4	BUONO	
	AN-12064	01-gen-09	31-dic-12	8	BUONO	
	AN-12065	01-gen-09	31-dic-12	8	CATTIVO (Nitrati)	
	AN-12072	01-gen-09	31-dic-12	8	BUONO	
	AN-12116	01-gen-09	31-dic-12	8	CATTIVO (Cloruri)	

Tabella 8. Quadro riassuntivo dello stato chimico del corpo idrico «Misa» nel periodo 2009- 2012

Molto significativa e di rilevante importanza è la seguente figura 8 che sintetizza lo studio effettuato dall'ARPAM in tutto il territorio regionale nel periodo 2009-2012, al fine di valutare la qualità dello stato chimico dei corpi idrici sotterranei³⁶.

³⁶ *Ibidem*, p. 29.

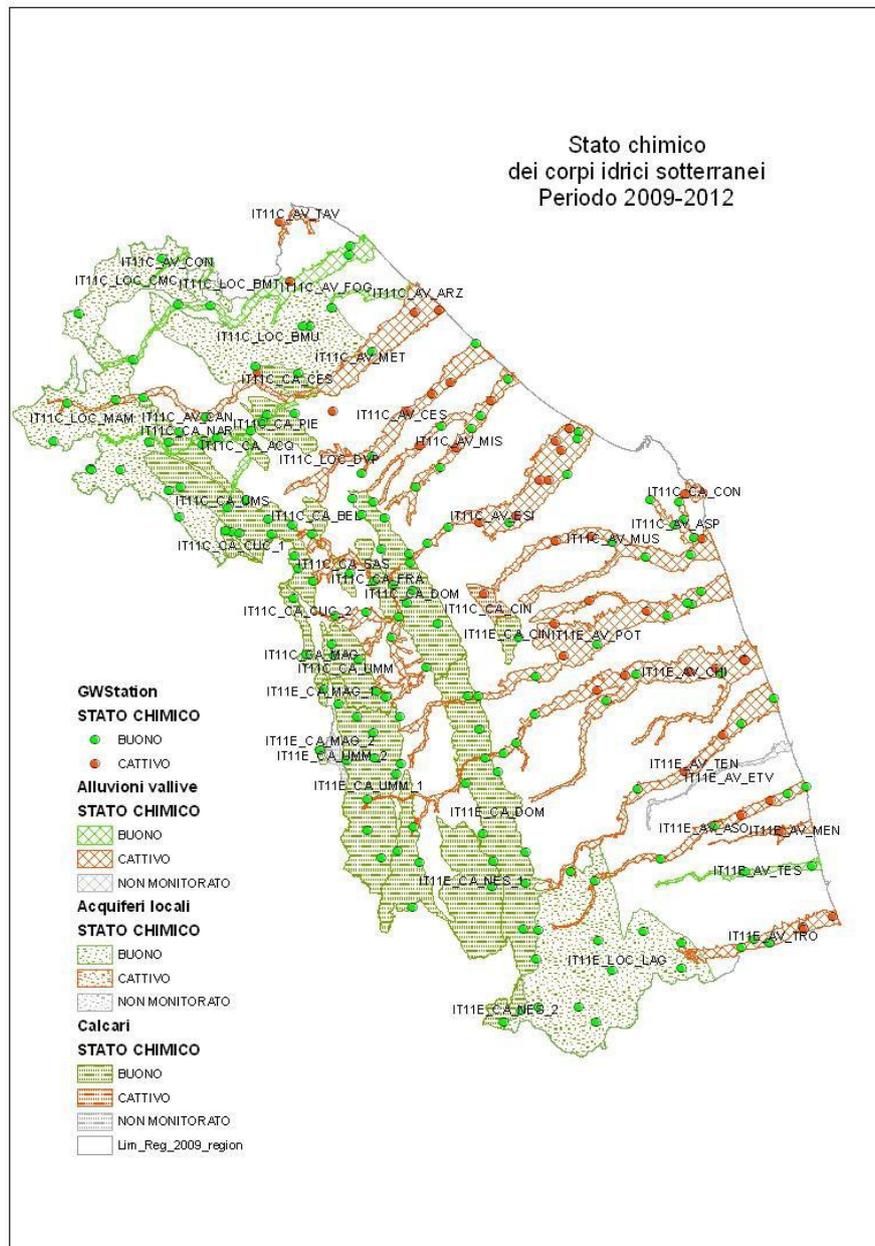


Figura 8. Stato chimico dei corpi idrici sotterranei delle Marche nel periodo 2009-2012

Una considerazione complessiva sui risultati dell'indagine non può astenersi dall'osservare in ogni punto la presenza multiresiduale di sostanze differenti per formula ed azione chimica, tali che, pur rientrando nei limiti di legge, destano comunque preoccupazione. Non solo: i limiti consentiti dalla legge sembrano in generale giustificare la presenza di sostanze indesiderabili piuttosto che evitarla; non tengono inoltre conto dell'interazione tra molecole diverse compresenti, cosa che invece i delicati meccanismi biologici di metabolismo considerano con molta attenzione.

Nella tabella 9 si può leggere in modo riassuntivo lo *stato quantitativo del corpo idrico*, così come risulta dai dati della citata ricerca dell'ARPAM³⁷.

Codice corpo idrico	Codice sito	Periodo di monitoraggio	Periodo di monitoraggio	N. campionamenti	Classificazione sito	Stato quantitativo del corpo idrico
IT11C_AV_MIS (Fiume Misa)	AN-07101	01-gen-04	31-dic-12	16	BUONO	C A T T I V O
	AN-07136	01-gen-04	31-dic-12	16	CATTIVO	
	AN-07147	01-gen-04	31-dic-12	18	BUONO	
	AN-07150	01-gen-04	31-dic-12	17	BUONO	
	AN-07246	01-gen-04	31-dic-12	15	CATTIVO	
	AN-12064	01-gen-04	31-dic-12	18	BUONO	
	AN-12065	01-gen-04	31-dic-12	19	BUONO	
	AN-12072	01-gen-04	31-dic-12	17	CATTIVO	
	AN-12116	01-gen-04	31-dic-12	13	BUONO	

Tabella 9. Quadro riassuntivo dello stato quantitativo del corpo idrico «Misa» nel periodo 2004 - 2012

Pertanto, lo stato quantitativo del corpo idrico sotterraneo «fiume Misa e suoi tributari» è di qualità *CATTIVO*.

³⁷ *Ibidem*, p. 68.

Com'è cambiata la qualità delle acque potabili dal 2003 ad oggi

Nel libro precedente *Chiare fresche dolci acque di Senigallia* avevamo fatto cenno alla situazione degli acquedotti riferita al 2003. Possiamo ora analizzarla in modo più completo considerando analiticamente il report del Servizio Igiene degli Alimenti e della Nutrizione dell'ASUR Zona Territoriale 4 di Senigallia³⁸, con il quale veniva descritta la situazione delle acque potabili erogate dai comuni della Valle Misa e Nevola come rilevata in quell'anno. La qualità degli acquedotti risultava ben diversa da quella di metà anni '90: allora quasi tutti i pozzi che attingevano l'acqua dal subalveo fluviale del Misa presentavano nitrati in quantità superiore ai 50 mg/l, costringendo le amministrazioni comunali a ricorrere ad altre fonti di approvvigionamento idrico oppure ad installare impianti a osmosi inversa per abbassare la quantità di nitrati, e a filtri a carbone attivo per trattenere i residui di erbicidi (atrazina, ecc.). Nel 2003 la qualità delle acque potabili era notevolmente migliorata per quanto riguarda la presenza di nitrati, le cui concentrazioni medie erano risultate vicine al valore guida di 5 mg/l stabilito dal D.P.R. n. 236/88 per i comuni di Senigallia, Barbara, Arcevia, Ostra Vetere e Ripe. Valori più elevati si erano trovati a Monterado e Castelcolonna con 19 mg/l (inferiori comunque al valore limite di 50 mg/l). Sempre al 2003 la situazione acquedottistica nei comuni dell'entroterra risultava migliorata per il semplice motivo che era arrivata l'acqua di Gorgovivo ad alleviare la precaria e scarsa qualità dell'acqua dei pozzi comunali: in alcune situazioni tale acqua sorgiva veniva miscelata con l'acqua dei pozzi precedentemente utilizzata; in altri casi la miscelazione delle acque dei pozzi con quella di Gorgovivo avveniva solo nel periodo estivo. Pertanto, tutti i cittadini dei comuni dell'entroterra ricevono dal 2003 nelle proprie abitazioni un'acqua di migliore qualità.

Con maggiore dettaglio possiamo dire che il report 2003 appurò che la conducibilità dell'acqua³⁹ presentava valori compresi tra i 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ di Arcevia e i 518 $\mu\text{S}/\text{cm}$ di Senigallia.

La durezza⁴⁰, altro parametro importante, era compresa tra i 14-28°F (gradi francesi)⁴¹ a Senigallia, Arcevia e Barbara; mentre gli acquedotti degli altri comuni presentavano una media durezza superiore a 28°F ma inferiore al valore massimo consigliato di 50°F.

Prelievi di acqua potabile come quelli del 2003 che abbiamo raccontato vengono eseguiti con frequenza mensile da parte degli Ispettori dell'Unità Operativa (U.O.) Igiene degli Alimenti e della Nutrizione dell'ASUR Marche - Area Vasta 2 Senigallia⁴². Un confronto

³⁸ M.G. Tavoletti, *Qualità dell'acqua potabile: report 2003*, Servizio Igiene degli Alimenti e della Nutrizione, ASUR Zona Territoriale 4 Senigallia, 2004.

³⁹ La conducibilità è la capacità di una soluzione di condurre la corrente elettrica; è misurata in ($\mu\text{S}/\text{cm}$) alla temperatura di 20°C. Essa varia con il variare della quantità di sali presenti nell'acqua: carbonati, bicarbonati, cloruri, solfati, nitrati rispettivamente di calcio, magnesio, sodio e potassio.

Infatti i sali disciolti nell'acqua consentono il passaggio della corrente elettrica: un alto valore di conducibilità indica che in soluzione sono presenti elevate quantità di sali minerali.

⁴⁰ La durezza di un'acqua è data dal contenuto di sali di calcio e magnesio presenti in soluzione.

⁴¹ Il grado francese (1°F) è l'unità di misura della durezza di un'acqua; corrisponde a 10 mg di CaCO_3 (carbonato di calcio) in un litro di acqua. Quindi 1°F = 10 mg/l di CaCO_3 .

⁴² Ci riferiamo agli Ispettori Cesare Campolucci, Giovanni Priante ed Elisabetta Puddu, coordinati da Susy Greganti, Dirigente Medico dell'Unità Operativa (Responsabile Medico del Dipartimento di Prevenzione ASUR Marche - Area Vasta 2 Senigallia: Giovanni Fiorenzuolo).

utile può essere quello con i dati rilevati dieci anni dopo. Dieci anni non sono molti, ma pur sempre rappresentano un periodo significativo per confrontare la qualità delle acque erogate.

Nel biennio 2013-2014, dunque, i prelievi di acqua potabile sono stati effettuati in punti prestabiliti degli acquedotti comunali, così distribuiti:

- 1) Arcevia e i suoi castelli: Avacelli, Castiglioni, Colle Aprico, Le Conce, Loretello, Magnadorsa, Montale, Montefortino, Nidastore, Palazzo, Piticchio, Ripalta, S. Pietro, S. Stefano;
- 2) Barbara (Piazza Cavour);
- 3) Castel Colonna (serbatoio Croce);
- 4) Castelleone di Suasa (Via Kennedy, Viale della Repubblica);
- 5) Corinaldo (Via Borgo di Sotto, Largo XVII Settembre 1860);
- 6) Monterado (Viale Paci, Viale M. L. King);
- 7) Ostra (Largo 26 Luglio, frazione Pianello);
- 8) Ostra Vetere (Piazza Perlasca, Giardini Sabatucci);
- 9) Ripe (Piazzale Leopardi, Passo Ripe-Via Molino, Brugnetto-Via Pio IX);
- 10) Senigallia e le sue frazioni: Via Cavallotti, Via Cellini, Via Coppetta, Via Marche, Via Mercantini; Cesano-S.S. Adriatica Nord, Marzocca-Zerobabele, Borgo Passera-S.P. Arceviense, Roncitelli- Piazzale Ferrer, Scapezzano-Via Fratti, S.P. Arceviense-Megà;
- 11) Serra de'Conti (Via Capannini, Via Osteria).

(I comuni di Castel Colonna, Monterado e Ripe si sono riuniti nell'anno 2014 con il nome di Trecastelli)

Le analisi dei campioni di acqua sono state effettuate dall'ARPAM, Dipartimento Provinciale di Ancona.

Da un confronto dei risultati delle analisi eseguite dall'ARPAM nel 2003 con quelle eseguite nel biennio 2013-2014 si possono trarre le seguenti considerazioni:

- 1) Per quanto riguarda il parametro nitrati (NO_3 mg/l) rileviamo come essi siano ulteriormente diminuiti rispetto alla situazione del 2003: confrontando la figura 9 con la figura 10 si evidenzia come la concentrazione media di nitrati sia diminuita in tutti i comuni ad eccezione dei comuni di Ostra e Serra de' Conti, i cui acquedotti hanno presentato un valore medio rispettivamente di 18 mg/l e 10 mg/l. Negli altri comuni i nitrati sono risultati al di sotto dei 5 mg/l ad eccezione di Monterado con 6,9 mg/l. Quindi nei comuni di Monterado, Ostra e Serra de'Conti si presume sia stata effettuata - dal gestore del servizio acquedotto - la miscelazione dell'acqua di Gorgovivo con quella di alcuni pozzi di supporto.
- 2) L'acqua erogata dagli acquedotti comunali presentava nell'anno 2003 valori medi di conducibilità altalenanti, con un minimo rilevato ad Arcevia (centro storico) pari a 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$, e un massimo di 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a Monterado e Ostra. Nei comuni di Barbara, Corinaldo, Senigallia e Serra de'Conti erano stati trovati valori inferiori a

600 $\mu\text{S}/\text{cm}$; in quelli di Castel Colonna, Castelleone di Suasa e Ripe erano stati rilevati valori compresi tra 600 e 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Dieci anni dopo, nel biennio 2013-2014, la situazione è ulteriormente migliorata perché l'acqua di Gorgovivo era stata distribuita a tutti i comuni dell'entroterra, forse senza ricorrere alla miscelazione con i pozzi di supporto, oppure miscelando solo in casi particolari. Tutti gli acquedotti hanno avuto un valore medio di conducibilità compreso tra 500 e 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ad eccezione dell'acquedotto di Arcevia (centro storico) con un valore minimo di 342 $\mu\text{S}/\text{cm}$, e uno massimo di 650 $\mu\text{S}/\text{cm}$ riscontrato ad Ostra.

- 3) Ed ora parliamo della durezza dell'acqua che sta molto a cuore a tutti i cittadini nella convinzione che essa sia responsabile della formazione di calcoli. Nel 2003 il parametro della durezza ha presentato valori medi superiori a 30°F negli acquedotti di Castel Colonna, Monterado e Ostra; soltanto nel centro storico di Arcevia, non servito da Gorgovivo, è stata rilevata una durezza media di 14°F. Nel biennio 2013-2014 soltanto l'acquedotto di Ostra ha presentato un valore medio superiore a 30°F; ad Arcevia come di consueto è stato rilevato un valore più basso, 17°F. I valori dei parametri di Arcevia sono dovuti al fatto che il comune è approvvigionato con acqua che limitatamente alle qualità chimiche e chimico-fisiche, risulta migliore di quella di Gorgovivo.

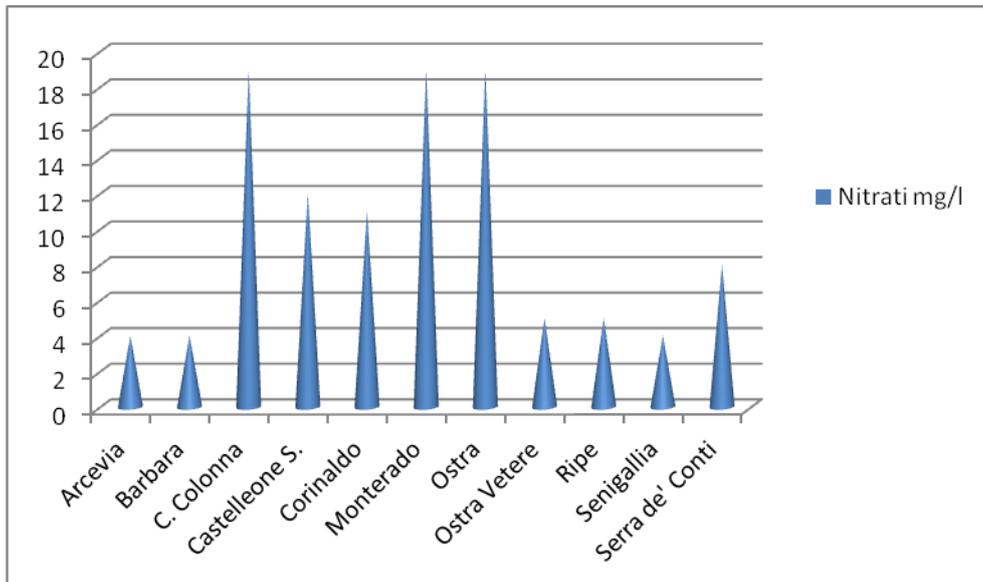


Figura 9. Concentrazione media di nitrati negli acquedotti nel 2003

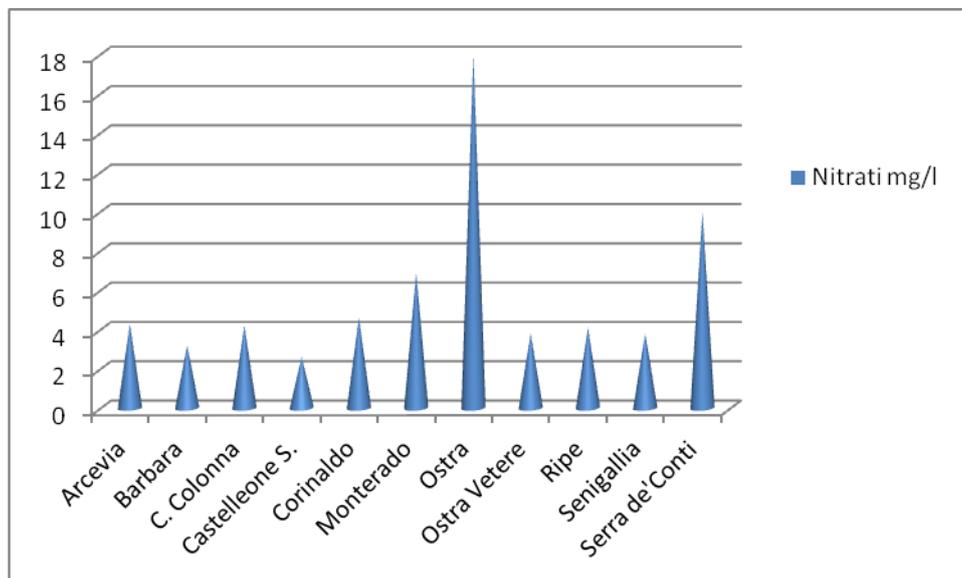


Figura 10. Concentrazione media di nitrati negli acquedotti nel biennio 2013-2014

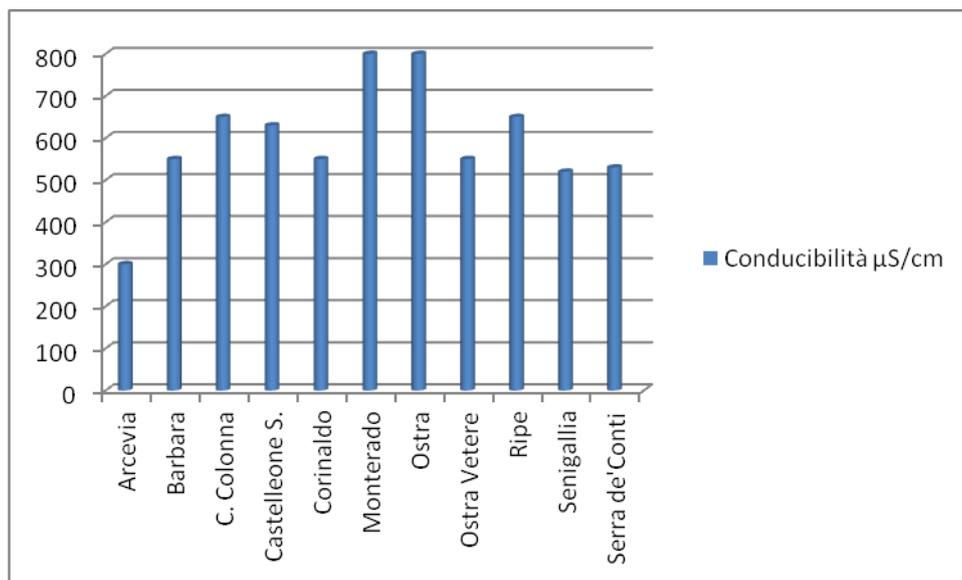


Figura 11. Valori medi della conducibilità negli acquedotti nell' anno 2003

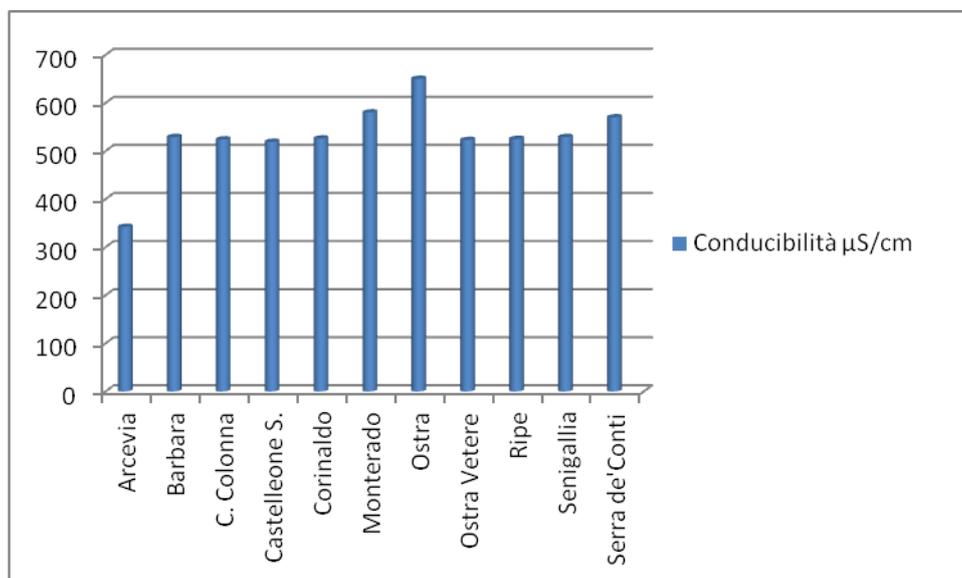


Figura 12. Valori medi della conducibilità negli acquedotti nel biennio 2013-2014

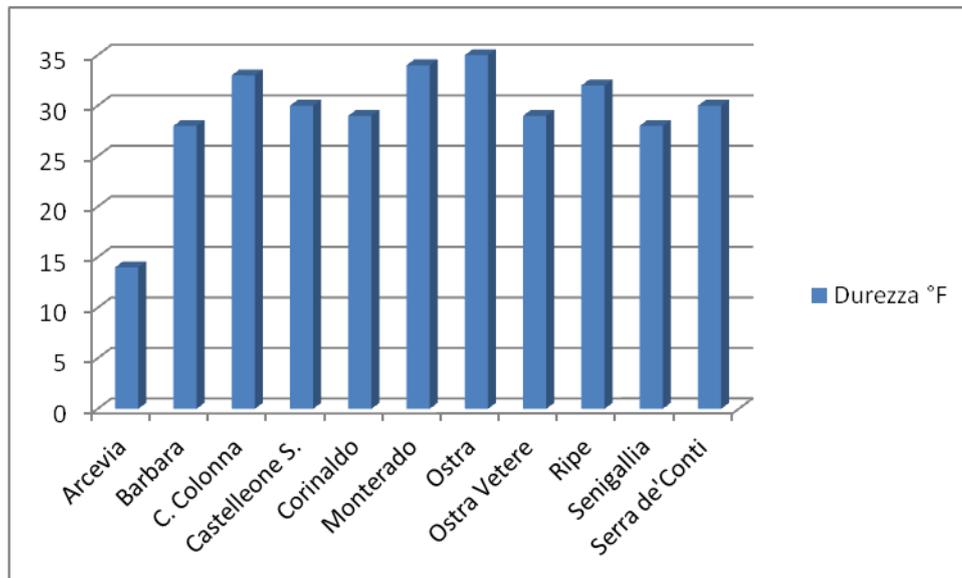


Figura 13. Valore medio della durezza negli acquedotti nell'anno 2003

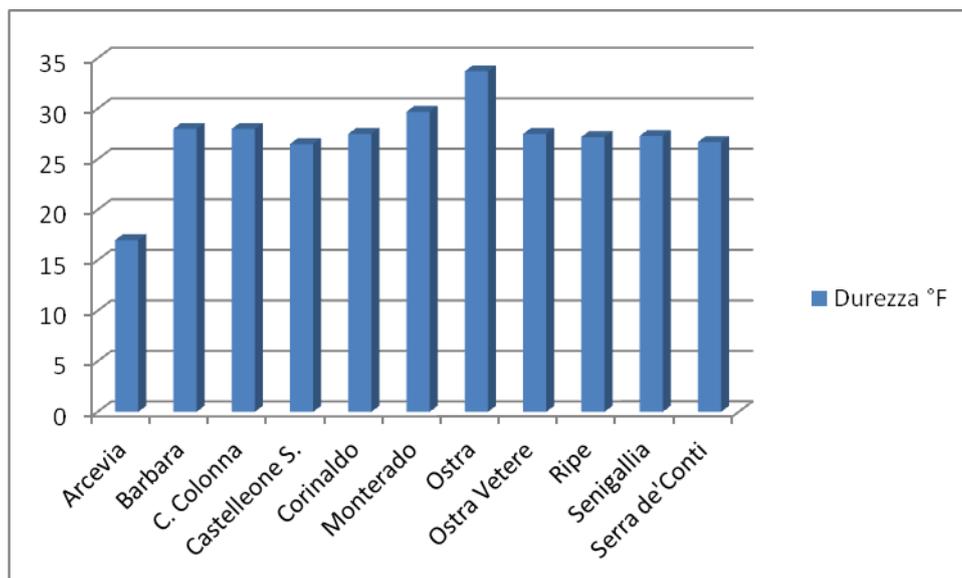


Figura 14. Valore medio della durezza negli acquedotti nel biennio 2013-2014

La sorgente di Gorgovivo. Cenni storici

Abbiamo visto come il confronto sulla qualità delle acque potabili in un decennio sia segnato dalla progressiva disponibilità di acqua sorgiva di Gorgovivo. Non sarà male, dunque, esaminarne la storia, in modo che sia meglio conosciuta la qualità di quelle acque all'origine.

Nei primi anni del Novecento il Ministero di Agricoltura e Commercio incaricò Eugenio Perrone, Ispettore capo del Servizio Idraulico, di curare un'approfondita ricerca che aveva lo scopo di esaminare le portate ordinarie e di magra di ciascun fiume che sfocia nell'Adriatico dal Reno al Tronto; le sorgenti di acqua di vario genere che vi scaturivano, il calcolo della forza motrice idraulica che si poteva produrre in ogni bacino e l'indicazione del miglior uso delle acque nelle industrie, nell'agricoltura e nell'igiene.

Della preziosa «Carta Idrografica d'Italia»⁴³ presentata dallo stesso Perrone a Francesco Nitti, allora Presidente del Consiglio e divenuta testo di studio di numerosi studenti di Ingegneria e Geologia dell'epoca, a noi interessa esaminare la parte dedicata alle sorgenti, in modo particolare alla quella di *Gorgo Vivo* [sic] che viene ivi descritta in modo suggestivo⁴⁴:

Oltrepassato di mezzo chilometro circa il traforo, detto *Galleria della Rossa*, della strada ferrata Roma-Ancona, ossia due chilometri prima di Serra San Quirico, l'Esino fa una grande svolta e accoglie il *fosso della Grotta*. Allo sbocco di questo, che in estate è asciutto ed alla sua destra, uno sperone di calcare scende nel fiume, facendo argine. Al piede di questo sperone nell'alveo, appena sopra il livello delle acque ordinarie e sotto perciò a quello delle piccole piene, scaturiscono, alla quota di m. 157, lungo una fronte di una ventina di metri, varie polle, il tributo delle quali si raccoglie in un canaletto, che ha circa m³ 0,150 al 1" di deflusso ordinario e si mescola quasi subito con altro simile deflusso di origine subalvea, il quale alcuni anni addietro poteva sembrare, almeno in parte, proveniente dal fiume, per infiltrazione nel greto, ma che ora dimostra chiaramente la sua indipendenza da esso [...] Ove termina lo sperone calcareo suddetto, un altro considerevole efflusso avviene dalla roccia, e così l'acqua, limpida, di origine sotterranea, aumenta di altri m³ 0,100 al 1", mentre una massa assai maggiore nasce imponderabilmente alquanto in giù, triplicando il deflusso ordinario naturale dell'Esino.

Questa è la descrizione minuziosa della sorgente di Gorgovivo che veniva fatta ai primi anni del XX secolo: le parole sono quasi di stupore nel vedere defluire la polla di acqua sorgiva proveniente da un acquifero e sgorgante nel fiume.

⁴³ Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio, (a cura di Eugenio Perrone), *Carta idrografica d'Italia, Reno, Lamone, Fiumi uniti, Savio, Marecchia, Foglia, Esino, Potenza, Chienti, Tenna, Aso, ed altri minori; pozzi artesiani della pianura emiliana, dal Panaro alla Marecchia, e del litorale adriatico, da Porto Corsini a Pesaro*, Tipografia Nazionale di G. Beterro e C., Roma, 1910. Il volume è presente nell'Archivio Storico della Biblioteca Antonelliana di Senigallia.

⁴⁴ *Ibidem*, p. 199.

Perrone prosegue affermando che la polla esterna di Gorgovivo era stata sottoposta a indagini dal comune di Jesi, che la bocciò in quanto ritenne la scaturigine molto bassa e soggetta a infiltrazioni da parte delle acque torbide del fiume, allorché le piogge ne elevavano il livello. Successivamente il comune di Ancona effettuò simili indagini e anche questa volta il progetto fu abbandonato. Un ulteriore tentativo fu fatto dal comune di Jesi più a monte nello stesso fosso, per rintracciare un'altra sorgente sotterranea, detta *Madonna della Grotta*, a una quota più elevata. Difatti il municipio di Jesi, che su questa nuova sorgente aveva fatto più di un pensiero, per approvvigionare il proprio acquedotto, riconobbe insufficienti e non idonee le due sorgenti superiori del fosso delle Grotte; ulteriori dubbi riguardavano i possibili inquinamenti delle acque sorgive di Gorgovivo. Pertanto il comune jesino ordinò ulteriori indagini sull'acqua della Madonna della Grotta per appurarne la qualità e la quantità. Le indagini furono condotte dall'ingegner Cadolini nel 1904 e ripetute cinque anni dopo. Alla fine dello studio, Cadolini dovette constatare che tale sorgente non aveva la quantità necessaria per alimentare l'acquedotto comunale⁴⁵. Numerose erano le sorgenti che sgorgavano nel primo Novecento nel territorio compreso tra Serra San Quirico, Genga e Fabriano⁴⁶:

Sorgente di Gorgo Vivo, Sorgente di Serra San Quirico, Sorgente delle Vene, Sorgenti nel Fosso dell'Eremita, Sorgenti dell'Eremo, Fonte di Valleremita, Sorgenti nell'alveo del Fosso di Valleremita, Sorgenti dell'acqua potabile di Fabriano, Sorgente Putida di Fabriano, Sorgenti del Torrente Sentino, Vena della Gorga, Sorgente solfidrica di San Vittore di Genga, Sorgenti nel Fosso della Grotta, Sorgente di Selva Grande o di Vall'Acera, Sorgente delle Grotte e Sorgente della Madonna della Grotta.

C'è voluto molto tempo per appurare che l'acqua di Gorgovivo era buona dal punto di vista qualitativo e di quantità abbondante. Il 12 agosto del 1960, data storica, *Il Consorzio idrico della vallata dell'Esino* pose le basi per progettare e realizzare un acquedotto consortile. A tale scopo si riunirono i rappresentanti dei comuni di Ancona, Jesi, Falconara e Chiaravalle. Furono invitati anche gli amministratori di Senigallia perché la città aveva gravi problemi per l'approvvigionamento idrico-potabile, soprattutto in considerazione che la «spiaggia di velluto» attirava numerosissimi turisti. Fu quindi istituito un *Consorzio per la costruzione dell'acquedotto Valle dell'Esino*⁴⁷. Le varie amministrazioni comunali concorrevano nelle spese del Consorzio in relazione al numero degli abitanti: Ancona con il 49,79%, Jesi con il 19,01%, Falconara con il 7,64% e Chiaravalle con il 4,66%, Senigallia con il 18,90%. Come previsto dallo Statuto, non si escludeva che altre amministrazioni comunali della vallata dell'Esino o di altre zone limitrofe potessero chiedere di far parte di questo Consorzio. Il Consorzio inoltre dava l'incarico di effettuare indagini e ricerche al fine di individuare ulteriori sorgenti, oltre a quella già individuata di Gorgovivo, per approvvigionare gli acquedotti dei comuni aderenti. Nel frattempo iniziarono le opere di

⁴⁵ *Ibidem*, pp. 205-206.

⁴⁶ *Ibidem*, pp. 199-204.

⁴⁷ E. Grifoni, *Il Consorzio idrico della vallata dell'Esino*, Rivista di Ancona, Anno V, Numero 5, Rassegna del Comune di Ancona, settembre-ottobre 1962, pp. 48-50. La rivista è presente presso l'Archivio Storico della Biblioteca Antonelliana di Senigallia.

sondaggio dei pozzi e fu scavata la galleria di captazione delle acque sorgive⁴⁸. E' significativa a tal proposito la documentazione dell'epoca effettuata dallo Studio Fotografico Trillini, presente nell'articolo a firma di Ermete Grifoni, apparso nella citata Rivista di Ancona del 1962. *La zona delle sorgenti di Gorgovivo* di Serra San Quirico, è qui riprodotta nella figura 15, e la figura 16 documenta i lavori in corso per le opere di presa; nella figura 17 è ben evidenziata la galleria di captazione ed infine la figura 18 mostra la parte anteriore delle opere di presa.



Figura 15. Zona dove si trovano le sorgenti di Gorgovivo a Serra San Quirico
(Foto Trillini)

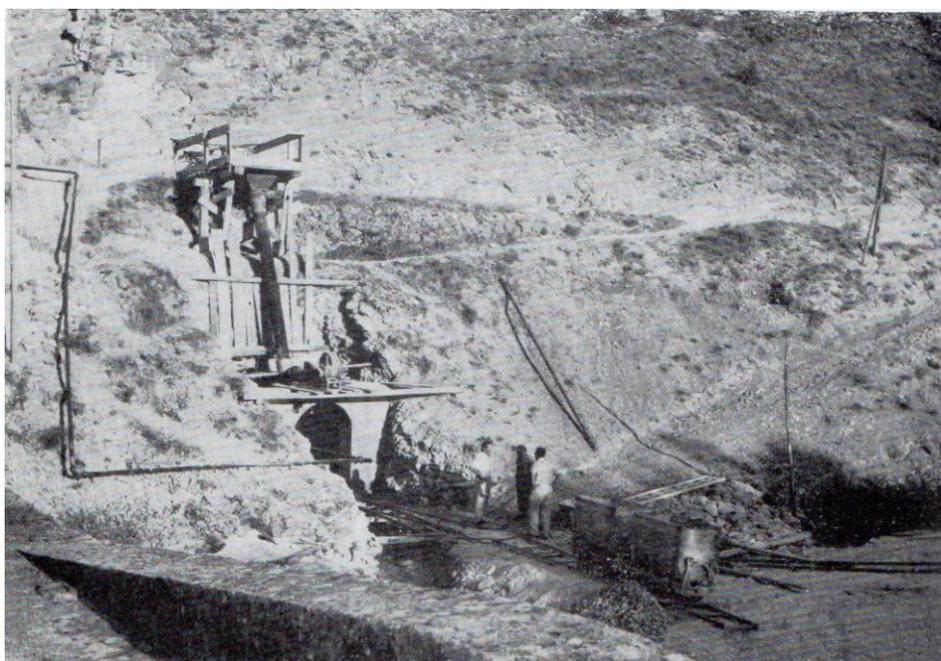


Figura 16. Opere di presa nella zona di Gorgovivo a Serra San Quirico
(Foto Trillini)

⁴⁸ *Ibidem*, p. 52.

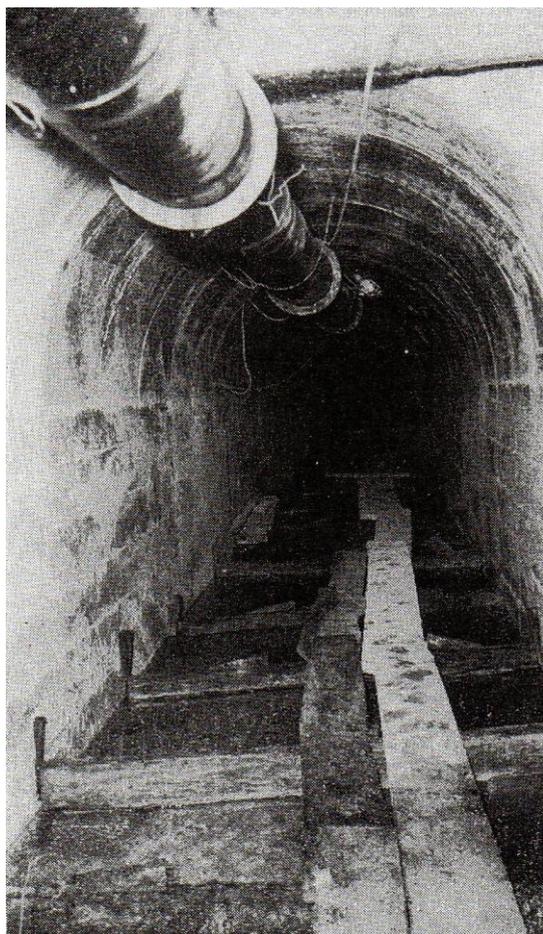


Figura 17. Galleria di captazione (Foto Trillini)

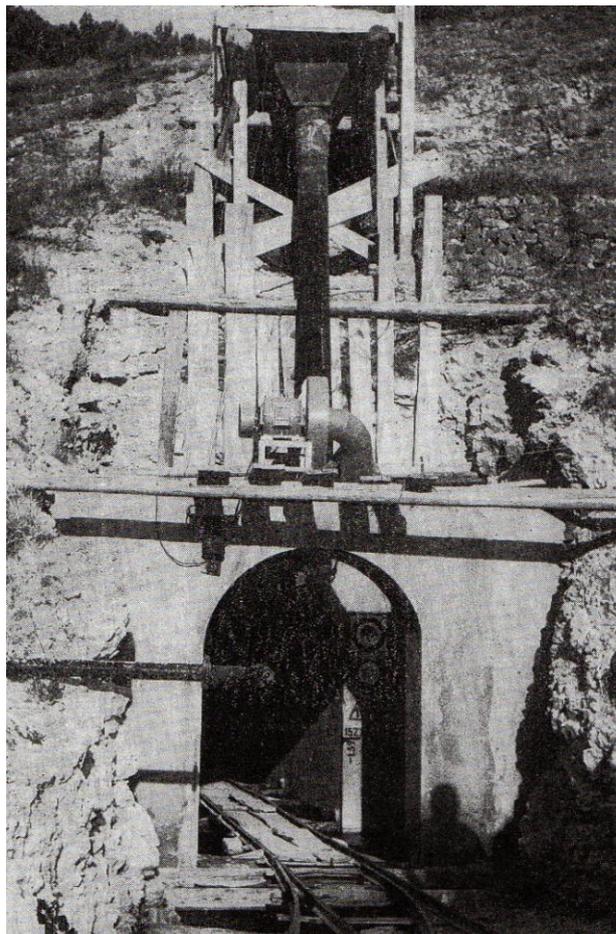


Figura 18. Opere di presa, particolare (Foto Trillini)

Il progetto per la realizzazione degli acquedotti di Ancona e di Jesi era stato affidato agli ingegneri Fabio Cruciani e Agostino Stoppani. Non si poteva preventivare il tempo necessario per portare l'acqua di Gorgovivo da Serra San Quirico a Senigallia.

I cinque comuni che hanno costituito il primo Consorzio avevano bisogno di avere a disposizione un'acqua potabile che avesse caratteristiche organolettiche, chimiche e fisico-chimiche migliori di quelle che attingevano dal subalveo dei fiumi Esino e Misa.

La sorgente di Gorgovivo aveva di fatto queste caratteristiche di buona qualità chimica e microbiologica. Ci vollero circa 25 anni per costruire le condutture che portano l'acqua di Gorgovivo a Senigallia.

Nel 1960 il Consiglio Nazionale delle Ricerche espletò un'accurata indagine sui fiumi e sulle sorgenti di acqua di gran parte dell'Italia⁴⁹. La ricerca riguardava tra l'altro l'idrologia e i problemi geologici inerenti le opere idrauliche, la captazione e la protezione delle sorgenti, gli approvvigionamenti idrici in generale. Per le sorgenti di Gorgovivo viene riferito che «l'esame dei campioni (calcari con selce) aveva lo scopo di stabilire la percentuale di materiale siliceo contenuto negli stessi al fine di determinare la durezza ed

⁴⁹ AA.VV., *La ricerca scientifica*, rivista del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Volume 30, Edizioni 7-10, 1960.

il conseguente grado di difficoltà alla perforazione della formazione. A tale scopo i campioni sono stati trattati con HCl (acido cloridrico) diluito e si è esaminato il residuo insolubile» (G. Graziani)⁵⁰. Nella ricerca vengono descritte con puntuale precisione le sorgenti di Gorgovivo⁵¹:

Sono ubicate sulla sponda destra del F. Esino in prossimità del paese di Serra San Quirico. Esse sgorgano sull'alveo del fiume dalle formazioni di calcari con liste e noduli di selce del Cretacico Superiore. Sondaggi eseguiti hanno posto in vista che il bacino alimentante, nella zona a monte delle scaturigini, ha sede nella formazione anzidetta che si presenta alquanto fratturata e pertanto permeabile in grande. E' stato possibile effettuare una ricostruzione piuttosto attendibile dell'andamento della superficie piezometrica e stabilire che la ubicazione delle sorgenti dipende dall'effetto soglia esercitato da formazioni meno permeabili (essenzialmente detriti di falda ed alluvioni) addossate alla formazione calcarea in vicinanza delle sorgenti stesse.

Nel 1971 la Provincia di Ancona organizzò nel capoluogo delle Marche - Palazzo della Provincia - un convegno su approvvigionamento idrico e inquinamento delle acque superficiali⁵². Furono affrontate le problematiche dell'idrologia sotterranea di cui si riferiscono le parti salienti⁵³.

Per meglio chiarire la situazione litologica nella Provincia di Ancona, si era costruita una carta idrogeologica determinando gli orizzonti permeabili sia per fessurazione che per porosità e gli orizzonti litologicamente impermeabili. Si sono raggruppate cioè delle formazioni con le stesse caratteristiche idrogeologiche per cui sono state associate rispettivamente: Calcarea Massiccio e Pietra Corniola, Calcarea ad Aptici e Calcarea Rupestre, Scaglia Bianca e Scaglia Rossa, Schlier con Bisciario e Scaglia Cinerea ed infine sono stati associati da una parte i sedimenti argillo-marnosi e dall'altra quelli molassici appartenenti alle formazioni Quaternaria, Pliocenica e Miocenica. E' evidente quindi che l'idrologia sotterranea, ora che si sono accennate brevemente le caratteristiche della serie Marchigiana, si deve ricercare o nei rilievi Mesozoici, o ai livelli delle formazioni impermeabili a letto di quelle permeabili, o nelle alluvioni di fondovalle o nelle bancate molassiche messiniane o plioceniche.

Il Convegno recepì una notevole quantità di dati. In particolare alla Gola della Rossa, fra due punti distanti fra loro circa 50 metri dall'alveo dell'Esino, fu rilevata una differenza di portata di circa 2000 litri/secondo. All'epoca la galleria filtrante, dopo la sua penetrazione nel calcarea massiccio e l'esecuzione dei pozzi di sollevamento, aveva quasi raggiunto questa portata⁵⁴.

Nel sito internet Consorzio di Gorgovivo si possono reperire ulteriori informazioni relative alla successiva realizzazione e avanzamento dei lavori⁵⁵:

⁵⁰ *Ibidem*, p. 489.

⁵¹ *Ibidem*, p. 491.

⁵² Provincia di Ancona, Convegno su *L'approvvigionamento idrico e lo stato di inquinamento delle acque superficiali nella provincia di Ancona*, Ancona, Palazzo della Provincia, 10 ottobre 1971.

⁵³ *Ibidem*, pp. 87-88.

⁵⁴ *Ibidem*, p. 88.

⁵⁵ Consorzio Gorgovivo: <http://www.gorgovivo.it/un-p%C3%B2-di-storia.html>

Dal 1970 al 1979 il Consorzio portò a termine le imponenti opere di captazione. Furono scavati 1.600 metri di galleria, 8 camere con pozzi di roccia del diametro di 2 metri e profondità di 7, 5 camere con pozzi in roccia del diametro di 4 metri e profondità di 9. Le operazioni si presentarono subito difficoltose per il particolare meccanismo delle sorgenti che, manifestandosi con numerose immissioni dalle grosse fessure della roccia di sponda direttamente nell'alveo dell'Esino, ponevano il problema di attingere una forte aliquota della portata complessiva delle sorgenti, senza provocare richiami delle acque di fiume. La quota di uscita della vasca di carico, posta a ridosso delle sorgenti e posta ad una quota di 156 metri sul livello del mare, permette di alimentare a gravità la maggior parte dei territori serviti. Dal Comune di Serra San Quirico la condotta adduttrice realizzata in acciaio e della lunghezza di 50 Km circa, si snoda fino a fondo valle e, correndo parallelamente alla variante della SS 76, prosegue sino ai comuni di Ancona e Senigallia. Dalla condotta principale partono le diramazioni per gli allacci con le reti idriche dei comuni serviti. Per far fronte alle necessità e migliorare i volumi di compenso a garanzia della distribuzione sono stati realizzati dodici serbatoi per una capacità complessiva di circa 45.000 metri cubi. Finalmente, nel 1986, dopo 15 anni di lavori in cui sono stati affrontati e superati ostacoli di ogni genere, l'acquedotto di Gorgovivo, dimensionato per la portata di 1.515 l/sec., 130 mila tonnellate di acqua al giorno, entrò in funzione.

In altro sito web Multiservizi S.p.A. fornisce notizie in merito all'approvvigionamento idrico di tutti i comuni della Valle Misa e Nevola e della Vallesina⁵⁶:

L'approvvigionamento idrico del territorio è garantito per i Comuni della media Valle dell'Esino e del Misa, dalle sorgenti di Gorgovivo integrate nei periodi estivi con prelievi da pozzi di subalveo, mentre nei Comuni della fascia montana, l'approvvigionamento idrico deriva da sorgenti superficiali e pozzi poco profondi. In totale tra sorgenti e pozzi, le fonti di approvvigionamento del territorio sono 162. L'acqua prelevata dalle sorgenti o dalle falde acquifere viene condotta ad ogni singola abitazione attraverso una serie di elementi, come centrali idriche, serbatoi di accumulo, tubazioni che tra loro connessi costituiscono l'acquedotto. Nel suo percorso l'acqua viene costantemente controllata dal Laboratorio Analisi interno della Multiservizi e dal Servizio Sanitario. L'acqua usata viene raccolta nel vasto reticolo fognario distribuito su tutti i Comuni. Prima dello scarico in mare l'acqua raccolta in fognatura viene ripulita attraverso un diffuso sistema di depuratori, 40 sull'intero territorio.

⁵⁶ Multiservizi S.p.A.:

www.multiservizi-spa.it/home/servizi/servizio-idrico-integrato/captazione-adduzione-distribuzione.html



Figura 19. Captazione e distribuzione dell'acqua di Gorgovivo

Nel 1990, in piena emergenza nitrati e atrazina, il Servizio Multizonale di Sanità Pubblica - Area Chimica - della USL 12 di Ancona condusse una ricerca su tutti gli acquedotti siti nel territorio della Provincia di Ancona⁵⁷. Nell'ambito della ricerca furono analizzate anche le acque provenienti dalle 13 sorgenti di Gorgovivo, di cui vennero riportati i risultati delle analisi chimiche e fisico-chimiche (Tabelle 10 e 11)⁵⁸.

Parametri e unità di misura	Sorgente 1	Sorgente 2	Sorgente 3	Sorgente 4	Sorgente 5	Sorgente 6
pH	7,65	7,71	7,68	7,67	7,73	7,69
Conducibilità specifica a 20°C (µS/cm)	558	576	590	564	523	535
Alcalinità (HCO ₃) mg/l	225,7	223,9	221	228,7	219,6	222,6
Cl (mg/l)	23	28,4	27,1	26,1	21,8	25,2
NO ₃ (mg/l)	2,7	2,5	2,3	3	3,1	2,2
NO ₂ (mg/l)	n.r	n.r	n.r	n.r	n.r	n.r
NH ₃ (mg/l)	n.r	n.r	n.r	n.r	n.r	n.r
SO ₄ (mg/l)	107,8	130	131,9	118,6	86,5	93,4
P ₂ O ₅ (µg/l)	n.r	n.r	19,1	n.r	n.r.	14,7
Ca (mg/l)	101	104	103	103	98	102
Mg (mg/l)	13,3	14,2	14,7	13	11	14
Na (mg/l)	11,3	12	11,5	10,6	9,5	10,8
K (mg/l)	1,7	2	1,3	1,4	1,4	1,4
Residuo fisso conduttimetrico	379	392	401	383	356	364
Durezza (°F)	27,3	29,3	29,7	28,9	26,5	25,1
F ⁻ (µg/l)	397	412,7	436,5	388,8	357,1	404,7
Br ⁻ (mg/l)	77	71,4	76,3	89,7	69,8	69,8
Indice di saturazione	0,84	0,89	0,86	0,87	0,90	0,87
Indice di stabilità	5,97	5,93	5,96	5,93	5,93	5,95

Tabella 10. Caratteristiche chimiche e fisico-chimiche delle sorgenti di Gorgovivo nel 1990

⁵⁷ S. Orlisi, E. Benetti, *Acque destinate al consumo umano*, Provincia di Ancona, Assessorato all'Ambiente, Servizio Multizonale di Sanità Pubblica - Area Chimica - USL 12 Ancona, 1991.

⁵⁸ *Ibidem*, pp. 93-96.

Parametri e unità di misura	Sorgente 9	Sorgente 10	Sorgente 11	Sorgente 12	Sorgente 13	Sorgente 14	Trincea
pH	7,73	7,77	7,71	7,73	7,74	7,75	7,73
Conducibilità specifica a 20°C (µS/cm)	579	542	494	508	509	515	519
Alcalinità (HCO ₃) mg/l	232	232,4	234	217,2	224,5	228,7	225,7
Cl (mg/l)	24,8	22,6	26,5	24,9	22,3	24,6	22,8
NO ₃ (mg/l)	1,1	1,5	1,4	0,81	0,80	0,82	2,5
NO ₂ (mg/l)	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
NH ₃ (mg/l)	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.
SO ₄ (mg/l)	114	85,9	61,3	76,3	76,5	77,5	74,6
P ₂ O ₅ (µg/l)	12,5	n.r.	16	19,3	17,5	18,1	27,5
Ca (mg/l)	106	104	94	90	91	90	92
Mg (mg/l)	13,2	10,5	9,07	11,4	11,8	11,8	11,8
Na (mg/l)	10,4	9,4	9,4	10,6	10,6	11,1	11,1
K (mg/l)	1,2	1,4	1,3	1,4	1,3	1,4	1,4
Residuo fisso conduttimetrico	394	368	336	345	346	350	353
Durezza (°F)	29,3	27,7	25,3	26,9	25,3	25,3	28,5
F ⁻ (µg/l)	237,5	212,5	150	212,5	225	187,5	373
Br ⁻ (mg/l)	24,4	23,3	22,7	25	21,5	27,7	80
Indice di saturazione	0,94	0,98	0,92	0,90	0,93	0,95	0,92
Indice di stabilità	5,85	5,81	5,87	5,93	5,88	5,85	5,89

Tabella 11. Caratteristiche chimiche e fisico-chimiche delle sorgenti di Gorgovivo nel 1990

Dall'esame delle tabelle si evidenzia come il pH sia quasi costante con valori di 7,7 unità (minimo 7,65 e un massimo di 7,77); la conducibilità specifica, misurata a 20°C, espressa in µS/cm, abbia avuto un valore minimo di 494 e uno massimo di 590; i nitrati sono risultati presenti in quantità variabile da 0,80 mg/l a 3,1 mg/; assenti gli «storici» nitriti e ammoniaca; i cloruri hanno presentato una concentrazione variabile da 21,8 mg/l a 28,4 mg/l, i solfati sono risultati presenti in concentrazione variabile tra 61,3 mg/l e 131,9 mg/l, mentre la durezza ha oscillato tra i 25,1°F e i 29,7°F.

Tredici anni dopo l'ARPAM, che aveva sostituito giuridicamente ma non nella sostanza i Servizi Multizonali di Sanità Pubblica, rese noto *Il libro bianco sulle acque potabili*, un vasto compendio diviso in quattro tomi che fotografava la situazione di tutti gli acquedotti della nostra regione nel biennio 2001-2002.

Un capitolo del volume, dedicato alla provincia di Ancona, è riservato alla gestione e alla qualità dell'acqua di Gorgovivo. Nel 2000 l'Azienda consortile di Gorgovivo subisce una trasformazione unendo sotto un solo nome il consorzio Valle Esino C.A.V.E. e l'azienda municipalizzata di Ancona A.M.S. A quel punto erano diventati 15 i comuni consorziati: Agugliano, Ancona, Belvedere, Camerata Picena, Camerano, Chiaravalle, Falconara, Jesi, Monsano, Monte San Vito, Montemarciano, Morro D'Alba, Offagna, San Marcello, Senigallia. Di essi il nuovo Ente gestiva direttamente il servizio acquedotto; da tenere presente che altri 13 comuni utilizzavano in toto o in parte l'acqua della sorgente.

Nel biennio 2001-2002 venivano erogati 33 milioni di metri cubi di acqua all'anno a beneficio di circa 285.000 abitanti appartenenti a 28 comuni compresi tra l'alta valle dell'Esino e il mare⁵⁹.

Questi sono i valori medi dei parametri chimici e fisico-chimici dell'acqua di Gorgovivo rilevati dall'ARPAM nel biennio 2001-2002:

Parametri chimici	Valori medi
pH	7,7
Cloruri (mg/l)	23,3
Solfati (mg/l)	89,4
Calcio (mg/l)	83
Magnesio (mg/l)	12,4
Sodio (mg/l)	13,7
Potassio (mg/l)	1,2
Durezza totale (°F)	26
Residuo fisso (mg/l)	327
Nitrati (mg/l)	3,3
Ammoniaca (mg/l)	assente

Tabella 12. Valori medi dei parametri chimici dell'acqua di Gorgovivo

Esistono però due relazioni, distanti vent'anni l'una dall'altra, che avevano non solo il compito di esaminare l'acquifero sotto l'aspetto idrogeologico, ma anche quello di studiare l'effetto delle captazioni sulla portata del fiume Esino e le retroazioni sulla qualità e quantità dell'acqua sorgiva di tutti gli acquiferi della provincia, compreso naturalmente quello di Gorgovivo.

La prima, del 1991, è opera di Sergio Tazioli⁶⁰ e aveva per oggetto i *Corpi idrici sotterranei*⁶¹. Nell'introduzione l'autore parla delle captazioni⁶² e della circolazione idrica sotterranea:

Nel caso di captazioni in prossimità dei corsi d'acqua come ad esempio quella della sorgente di Gorgovivo, occorre sottolineare che sovrasfruttamenti concentrati, determinano sensibili depressioni della falda acquifera che inducono inevitabilmente ad infiltrazioni del corso d'acqua stesso, con conseguenza logica di inquinamento diretto da acque superficiali. In tali situazioni un'ideale conoscenza della circolazione idrica sotterranea e dei rapporti tra carichi piezometrici della falda e del corso d'acqua possono condurre ad un uso più razionale e più sicuro delle risorse idriche sotterranee e ubicare le captazioni in luoghi più sicuri da infiltrazione di acque superficiali.

Dunque, già 25 anni fa c'era il timore che le sorgenti di Gorgovivo potessero essere sfruttate troppo in fretta, in un periodo di tempo in cui i territori dei comuni approvvigionati dalle sue acque erano in numero inferiore agli odierni.

Nel 2011 venne reso pubblico il «Progetto Life Salt: Gestione sostenibile del bacino del fiume Esino per prevenire l'intrusione salina nell'acquifero costiero in considerazione dei

⁵⁹ ARPAM, Regione Marche, Provincia di Ancona, *Libro Bianco sulle Acque Potabili*, 2003, pp. 11-12.

⁶⁰ Ordinario di Geologia Applicata nella Facoltà di Ingegneria dell'Università di Ancona.

⁶¹ S. Tazioli, *Corpi idrici sotterranei: metodologie per l'utilizzazione, il controllo e la tutela*, Convegno su *Le risorse idriche nella Regione Marche, disponibilità, tutela, gestione, distribuzione e depurazione delle acque*, Fiera della Pesca, Ancona 21-22 gennaio 1991.

⁶² *Ibidem*, p. 2.

cambiamenti climatici»⁶³. Vi sono anche compresi gli acquiferi subappenninici dell'Esino, dei quali Gorgovivo è il più significativo.

Dalla relazione a cura di Elisa Filippi si ricavava che nel periodo 2003-2010 «la falda acquifera di Gorgovivo non risulta sottoposta a condizioni di sfruttamento e che la principale fonte di ricarica dell'acquifero è rappresentata dalle precipitazioni»⁶⁴. Alla data dell'indagine il fenomeno dell'intrusione salina sembrava interessare solo l'area costiera (50-100 metri).

Se nel frattempo non è caduto qualche tabù, dobbiamo soltanto segnalare la differenza di vedute tra le due relazioni.

A conclusione di questo capitolo sarà molto opportuno divulgare il contenuto del *Progetto di Piano regolatore degli acquedotti della Regione*, approvato nel marzo 2014 per la parte che riguarda le sorgenti di Gorgovivo ⁶⁵.

A partire dalla considerazione che le sorgenti di Gorgovivo sono attualmente le fonti principali e ausiliarie di gran parte del territorio della provincia di Ancona, in uno scenario di aumento demografico in prospettiva del 2050, e di conseguente aumento dei

⁶³ Progetto Life Salt, *Sustainable Management of the Esino river basin to prevent saline intrusion in the coastal aquifer in consideration of climate change*, 2011. Lo studio presentato a Torino il 12 ottobre 2011, a cura dell'Ing. Elisa Filippi, è stato promosso dal Ministero dell'Ambiente con la partecipazione della Regione Marche, Multiservizi S.p.A., Provincia di Ancona, Consorzio di Gorgovivo, SGI, Centro Euro-Mediterraneo e i cambiamenti climatici, SPS.

⁶⁴ Progetto Life Salt, cit., p. 21.

⁶⁵ Deliberazione della Giunta Regionale Marche n. 238 del 10 marzo 2014, Adozione del progetto di *Piano Regolatore degli Acquedotti della Regione e del Rapporto Ambientale V.A.S.*, pp. 63-65.

«Il territorio dell'ATO 2 Marche Centro Ancona si estende su una superficie di 1.816 Km², comprendente 45 Comuni con una popolazione complessiva di 403.827 abitanti (dati Istat 31/12/2011) e si sviluppa dalla fascia costiera marchigiana fino alla fascia appenninica di confine con la Regione Umbria. Sul territorio sono ubicate ben 137 derivazioni ad uso idropotabile con potenzialità che vanno dai pochi l/s ai 1.300 l/s dell'opera di captazione «Sorgente Gorgovivo». La derivazione di Gorgovivo rappresenta la più importante disponibilità idrica della Regione Marche che soddisfa le esigenze idropotabili di molti comuni della bassa Vallesina, della valle del Misa e della fascia costiera. La Sorgente Gorgovivo è la fonte principale ed ausiliaria di gran parte del territorio dell'ATO 2, comprendente 39 Comuni con una popolazione complessiva di 352.760 abitanti (86% del totale ATO 2). Per tale motivo l'aumento demografico e dei fabbisogni idrici previsti al 2050 imporrebbe un sensibile incremento delle portate captate dalla sorgente Gorgovivo. Le portate medie giornaliere future della predetta derivazione dovrebbero oscillare nel corso dell'anno tra i 1.200 e i 1.550 l/s; tali valori non sono tutti realizzabili con le attuali opere di captazione in quanto ben superiori alla portata minima garantita pari a 1.300 l/s. Le altre fonti primarie e secondarie connesse alla rete Gorgovivo, non potranno essere maggiormente utilizzate in termini quantitativi e temporali ma, negli anni futuri, manterranno l'attuale livello dei prelievi garantendo le odierne portate minime. In considerazione di quanto sopra è stata individuata l'esigenza di attivare nuove derivazioni primarie che siano in grado di far fronte alla quasi totalità dei futuri incrementi di portata previsti dal Piano, diminuendo così il numero di Comuni allacciati alla rete di Gorgovivo. In tal modo sarà possibile compensare i futuri incrementi demografici dei rimanenti Comuni connessi alla rete Gorgovivo con la diminuzione delle utenze allacciate, in modo da poter mantenere invariato l'attuale livello di utilizzo della sorgente. Per una maggior razionalizzazione della rete idrica esistente e al fine della riduzione delle spese energetiche annue è prevista al 2050 la costruzione di una nuova rete adduttrice che serva gran parte dei Comuni della Valle del Misa. La nuova condotta di adduzione conetterà le future captazioni con i serbatoi di distribuzione dei diversi Comuni della Valle del Misa, innestandosi e integrando la rete esistente, presenterà una lunghezza complessiva di circa 45 km con diametri commerciali compresi tra i 300 e 500 mm.

Il costo totale dell'intervento è stimato pari a 27,5 milioni di euro. Conseguentemente le nuove fonti idriche primarie, che alimenteranno la futura adduttrice «Valle del Misa», saranno collocate nella bassa e media valle del Sentino (Comune di Genga, Sassoferrato e Scheggia Pascelupo (PG) e nell'alta valle del Misa (torrente San Lorenzino loc. Palazzo nel Comune di Arcevia), e interesseranno i complessi carbonatici (calcare massiccio / maiolica / scaglia) affioranti nelle aree».

fabbisogni idrici da cui deriverebbe un sovrasfruttamento di Gorgovivo, il Piano Regionale ritiene assolutamente necessario reperire altre fonti di approvvigionamento che possano far fronte alla nuova situazione. Si tratterebbe di diminuire il numero di Comuni che sono a tutt'oggi allacciati alla rete di Gorgovivo, così da poter mantenere invariato l'attuale livello di emungimento, e di costruire una nuova rete idrica che serva gran parte dei Comuni della Valle del Misa a integrazione di quella esistente. Le nuove fonti di approvvigionamento proverrebbero dalla bassa e media valle del Sentino e dall'alta valle del fiume Misa.

Da quanto abbiamo esposto sembra necessario ritornare su alcune brevi considerazioni in modo da individuarne i corollari. Nella relazione di Sergio Tazioli del 1991 sono ben evidenziate le preoccupazioni di sovrasfruttamento delle sorgenti di Gorgovivo; invece nello studio più recente, curato da Elisa Filippi, non sembra ci siano le condizioni di sfruttamento delle sorgenti stesse. Anche dalla lettura del Piano Regionale sugli Acquedotti del 2014 traspare la preoccupazione per un futuro sovrasfruttamento delle sorgenti di Gorgovivo.

A nostro avviso tali preziose sorgenti sono state sempre sfruttate dal giorno in cui sono state realizzate le prime opere di captazione delle acque sorgive, per il semplice motivo che se non fossero state costruite le grandi opere di presa e di distribuzione dell'acqua, questo liquido, definito da molti oro blu, avrebbe continuato a sgorgare nel fiume Esino secondo il suo ciclo naturale. Per quale percentuale l'acqua che scorre nei tubi priva l'Esino del suo flusso naturale? A giustificazione di tali forzosi prelievi di acqua sorgiva vengono addotte le necessità delle popolazioni vallive e costiere di avere acqua di buona qualità. Non vengono però considerate numerose esternalità negative come: la riduzione di vitalità dell'ecosistema fluviale, la ridotta ricarica delle falde di subalveo, il ridotto trasporto a mare di materiali di ripascimento a causa non della mancanza di tali materiali ma per difetto di forza motrice. In questa prospettiva gli ecosistemi si rivelano estremamente integrati tra loro, e i riverberi derivanti dalle manomissioni antropiche particolarmente destrutturanti. Ma anche a non considerare il più vasto dei sistemi possibili, l'equilibrio dinamico dell'ambiente, e a considerare invece soltanto gli aspetti utilitaristici: quale sarà il costo futuro di questo sfruttamento?

Non sarebbe stato molto meglio cercare in tutti i modi possibili di rendere migliori gli acquiferi vallivi e costieri in modo da poterli impiegare per scopi idro-potabili, invece di abbandonarli al loro destino?

La presenza di nitrati e nitriti nelle acque e negli alimenti

Numerosi sono gli studi e le ricerche effettuate a tutt'oggi sulla presenza di nitrati nelle acque. A partire da quelli, effettuati dall'Istituto di Igiene dell'Università di Camerino, eseguiti negli anni '80 del secolo scorso. Ci riferiamo in particolare all'indagine pionieristica effettuata sui nitrati presenti nelle acque potabili delle Marche⁶⁶, il primo condotto in tutti gli acquedotti della nostra regione. Successivamente tali studi sono proseguiti per opera di vari enti fra i quali menzioniamo gli ex-Laboratori Provinciali di Igiene Profilassi (poi diventati Servizi Multizonali di Sanità Pubblica delle USL) e attualmente l'ARPAM, dalle Università della nostra regione e dalle ex-USL ed ex-ASL locali, dotate di propri laboratori di igiene ambientale. Questi enti pubblici hanno ricercato la quantità di nitrati presenti nelle acque potabili erogate dagli acquedotti, nelle acque sotterranee (pozzi, bacini più profondi) e nelle acque fluviali. Abbiamo anche visto come la legislazione sulle acque potabili sia molto rigida nei riguardi dei nitrati il cui limite consentito è di 50 mg/l; meno rigida per i nitriti per i quali è ammessa la quantità pari a 0,5 mg/l, una quantità notevole per sostanze che non dovrebbero esserci per niente, come abbiamo visto nella parte iniziale di questo lavoro. Purtroppo per quanto riguarda gli alimenti, soltanto per quelli di origine animale è da tempo in vigore un limite consentito per nitrati e i nitriti⁶⁷ (ad esempio per gli insaccati), mentre nessun limite era previsto per gli alimenti di origine vegetale sino al 19 dicembre 2006, allorché fu emanato un regolamento inerente le quantità massime di nitrati nei prodotti vegetali⁶⁸. All'oggi la presenza di nitrati e nitriti negli alimenti di origine animale è regolata dal decreto 27 febbraio 2008⁶⁹, dalla successiva circolare esplicativa del 10 luglio 2008⁷⁰ e dal Regolamento n. 1258/2011 della Commissione Europea⁷¹ (aggiornamento del decreto n. 1881/2006) che fissa anche le quantità massime dei nitrati nei vegetali. A tal proposito meritano una citazione ancora due studi dell'Università di Camerino che riguardano la presenza dei nitrati, nitriti e nitrosocomposti assunti con l'alimentazione⁷² e la variabilità

⁶⁶ M. Cocchioni, M.G. Pellegrini, F. Tarantini, *I nitrati nell'ambiente e loro rapporto con la salute umana - I nitrati nelle acque potabili della Regione Marche*, Estratto da «L'Igiene Moderna», volume LXXIV, 1980, n. 5/Novembre; *Chiare fresche dolci acque di Senigallia*, cit., pp. 50-60.

⁶⁷ Decreto Ministeriale 31 marzo 1965 *concernente la disciplina degli additivi alimentari consentiti nella preparazione e per la conservazione delle sostanze alimentari* (S.O. alla G.U. n. 101 del 22 aprile 1965).

⁶⁸ Regolamento (CE) n. 1881/2006 del 19 dicembre 2006 *che definisce i tenori massimi di alcuni contaminanti nei prodotti alimentari*.

⁶⁹ Decreto Ministero della Salute 27 febbraio 2008 - Aggiornamento del decreto 27 febbraio 1996, n. 209, *concernente la disciplina degli additivi alimentari consentiti nella preparazione e per la conservazione delle sostanze alimentari, in attuazione della direttiva n. 2006/52/CE*. (G.U., serie generale, n. 97 del 24 aprile 2008).

⁷⁰ Ministero del Lavoro, della Salute e delle Politiche Agricole, Circolare 10 luglio 2008, *avente per oggetto: Precisazioni in merito all'applicazione del decreto 27 febbraio 2008 in materia di additivi alimentari*.

⁷¹ Regolamento (UE) n. 1129/2011 della Commissione dell'11 novembre 2011 *che modifica l'Allegato II del regolamento (CE) n. 1333/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio istituendo un elenco dell'Unione di additivi alimentari*.

⁷² M. Cocchioni, M.G. Pellegrini, F. Tarantini, C. Vitali, *Nitrati, nitriti, nitrosocomposti ed alimentazione: apporto giornaliero di nitrati e nitriti con la dieta*, Estratto da «L'Igiene Moderna», volume LXXXVI, 1986, n. 3/Settembre.

del contenuto in nitrati e nitriti negli alimenti dopo la cottura⁷³. Il primo studio effettuato dai ricercatori dell'università camerte riguardava gli alimenti pronti al consumo, e non dopo la cottura degli stessi, in modo da concentrare l'attenzione in assenza di ulteriori variabili. La ricerca è stata effettuata in zone approvvigionate con acque a basso contenuto in nitrati (10 mg/l); l'ingestione giornaliera pro capite è risultata di 116 mg, considerati anche i 10 mg/l di nitrati nell'acqua impiegata. Se si utilizzano acque con contenuti più elevati di nitrati l'ingestione giornaliera aumenta di molto (all'epoca della ricerca numerosi acquedotti comunali avevano elevate quantità di nitrati). Per i nitriti poi l'ingestione giornaliera era di 1,2 mg, già di per sé molto alta. Alla metà degli anni '80 del Novecento l'OMS aveva stabilito che la dose massima giornaliera accettabile per i nitrati (NO₃) fosse di 3,65 mg per Kg corporeo (per un soggetto adulto di 60 kg equivale a 219 mg).

Il secondo studio riguarda la quantità di nitrati e nitriti rilevati dopo aver sottoposto a cottura alcuni alimenti animali e vegetali⁷⁴. Sono stati esaminati i seguenti alimenti: carni fresche di bovino, suino, pollo, coniglio, agnello, pesce fresco, latte bovino e ovino, formaggio di produzione nazionale, insaccati di produzione nazionale, carne in scatola. Gli alimenti vegetali hanno riguardato: bieta, carota, cavolo cappuccio, cavolfiore, carciofo, cicoria, cetriolo, cima di rapa, fagioli, fagiolini freschi, finocchio, lattuga, insalata (vari tipi), patata, peperone, pomodoro verde, piselli, radicchio, sedano, spinaci, zucchine, frutta (varietà diverse), pane, pasta, prodotti dolciari da forno, vino, bibite analcoliche, caffè, the. La ricerca ha riscontrato una riduzione superiore al 50% dei due composti azotati negli alimenti con alto contenuto in nitrati; riduzione tanto più marcata quanto minore era il quantitativo di nitrati nell'acqua usata per la cottura: gli alimenti a basso contenuto di nitrati si sono invece arricchiti di tali composti in misura proporzionale ai quantitativi di nitrati presenti nell'acqua usata. Riportiamo nella tabella 13 i vegetali più ricchi di nitrati.

Alimenti vegetali	Massimo	Medio
Bieta	4341	2180
Cavolfiore	1040	1540
Cicoria	1453	913
Finocchio	4847	2833
Lattuga	2045	1739
Sedano	2622	1894
Spinacio	965	491

Tabella 13. Contenuto massimo e medio di nitrati (mg/kg) in alcuni prodotti vegetali di largo consumo

Trent'anni dopo, l'Istituto Superiore di Sanità ha condotto uno studio sul tema nel periodo ottobre 2009-dicembre 2010⁷⁵.

⁷³ M. Cocchioni, M.G. Pellegrini, F. Tarantini, G. Corvatta, *Nitrati e nitriti nei diversi alimenti: variabilità nei contenuti e modifiche conseguenti i processi di cottura*, Estratto da «L'Igiene Moderna», volume LXXXIV, 1985, n.3/Settembre.

⁷⁴ *Ibidem*, pp. 252- 261.

⁷⁵ E. Sagratella, A.A. Pastorelli, P. Stacchini, M. Baldini, S. Morelli, S. Zaza, *Livelli di nitrato negli alimenti vegetali: il caso dei prodotti orticoli italiani*, Istituto Superiore di Sanità, Dipartimento di Sanità Pubblica Veterinaria e Sicurezza Alimentare, Roma, 2011.

Riportiamo le parti salienti di questo importante studio che conferma e valorizza le ricerche effettuate dall'Istituto di Igiene dell'Università di Camerino.

I ricercatori dell'Istituto Superiore di Sanità affermano che gli attuali orientamenti scientifici attribuiscono ai prodotti vegetali un ruolo sempre più importante dal punto di vista nutrizionale. Però questi alimenti possono rappresentare una significativa fonte di composti potenzialmente nocivi, come per esempio i nitrati, che come sappiamo derivano dai fertilizzanti usati nelle pratiche agricole intensive. Negli alimenti di origine animale i *nitrati* sono presenti come additivi con le sigle (E251, E252) unitamente ai *nitriti* (E249, E250): questi due composti azotati hanno assunto un importante rilievo sanitario.

La dose massima giornaliera ammissibile (DGA) è di 3,7 mg al giorno per unità di peso corporeo per i nitrati, e di 0,07 mg/giornalieri per i nitriti. L'Istituto Superiore di Sanità ha appurato che l'assorbimento e l'accumulo di nitrati negli ortaggi dipende dalle condizioni meteo climatiche. Il Regolamento Comunitario (CE) n. 1881 del 19 dicembre 2006 ha stabilito per i nitrati presenti negli alimenti vegetali dei limiti variabili compresi tra 2000 e 3000 mg/kg, in funzione della specie considerata e del periodo di raccolta⁷⁶. Sono state altresì valutate le quantità di nitrati in 65 campioni orticoli rappresentativi dei consumi nazionali, attraverso la metodologia analitica della cromatografia ionica. I campioni sono stati prelevati nel periodo compreso fra ottobre 2009 e dicembre 2010, al fine di una valutazione complessiva dell'influenza del fattore climatico. I risultati ottenuti hanno confermato i dati già disponibili nella letteratura scientifica e hanno posto in evidenza come gli ortaggi a foglia larga (lattuga e spinaci), finocchi e sedano contribuiscono maggiormente all'assunzione di nitrati⁷⁷. Sappiamo già da molto tempo, e questa ricerca ne è una conferma, che l'interesse della tossicologia alimentare relativamente alla presenza dei due composti azotati negli alimenti, è legato alla possibilità di reazione di riduzione dei nitrati a nitriti e alla successiva conversione in ambiente acido di questi, in acido nitroso. L'acido nitroso legandosi alle ammine può dare origine alle nitrosammine, molte delle quali ritenute sostanze cancerogene. I nitrati sono largamente diffusi in natura, nel suolo - anche a causa di pratiche agricole a coltivazione intensiva - nei vegetali e nelle acque, e sappiamo che le condizioni climatiche hanno un'influenza significativa sulla quantità dei nitrati in alcuni ortaggi, quali per esempio la lattuga e gli spinaci. I dati ottenuti rilevano una concentrazione media di nitrati pari a circa 400 mg/kg di prodotto. Le specie che presentano concentrazioni maggiori di nitrati sono:

- lattuga (1383 mg/kg)
- spinaci (1311 mg/kg)
- sedano (1215 mg/kg)
- finocchi (668 mg/kg)
- broccoli (447 mg/kg)

Quantità minori sono state trovate nel radicchio (152 mg/kg), nelle carote (78 mg/kg) e nella cicoria (119 mg/kg). In nessuno dei campioni analizzati (considerando tutte le specie vegetali in tutti i periodi di raccolta) la concentrazione di nitrati è risultata maggiore del corrispondente limite stabilito dal Regolamento n. 1881 del 2006⁷⁸; infatti tutti i campioni esaminati hanno presentato quantità di nitrati inferiori al limite più basso previsto dal Regolamento 1881/2006 (2000 mg/kg).

⁷⁶ *Ibidem*, p. 25.

⁷⁷ *Ibidem*, p. 25.

⁷⁸ *Ibidem*, pp. 26-29.

Sono stati altresì valutati i livelli di assunzione di nitrati associati al consumo di prodotti orticoli, espressi in mg/giorno, combinando i livelli di presenza rilevati analiticamente con i dati di consumo di vegetali in Italia. In particolare l'intake di nitrato associato al consumo complessivo dei prodotti vegetali freschi e lavorati, è stato valutato per i gruppi: popolazione generale, bambini, adolescenti, adulti e anziani, ed è stato ricavato combinando i corrispettivi dati di consumo medio. Lo studio ha inoltre evidenziato come gli alimenti di origine vegetale contribuiscano in modo determinante all'intake di nitrato⁷⁹. In particolare, la quantità di nitrati riscontrati nei vegetali, quali la lattuga e gli spinaci, indica come questi vegetali a foglia larga siano particolarmente esposti al rischio di accumulo. Per la popolazione adulta l'intake giornaliero associato al consumo di prodotti vegetali risulta essere pari a 89,2 mg/giorno che corrisponde a circa il 37% del valore della DGA stabilita per i nitrati. Un discorso a parte deve essere fatto nei confronti dei forti consumatori di vegetali (vegetariani e soggetti sottoposti a diete ipocaloriche): difatti per questi soggetti il valore di intake è 173 mg/giorno di nitrato, pari a circa il 72% del valore della DGA⁸⁰.

È altresì opportuno segnalare che alimenti a larga diffusione e consumo come il latte e i suoi derivati, la carne, i cereali, la frutta, ecc. possono rappresentare significative fonti di nitrati. In conclusione, i dati ottenuti dai ricercatori dell'Istituto Superiore di Sanità hanno evidenziato che la popolazione italiana, anche quella parte caratterizzata da elevati consumi di alimenti vegetali, risulta esposta a nitrati in quantità ritenuta tollerabile dal punto di vista sanitario⁸¹. Tuttavia risulta evidente che particolare attenzione deve essere rivolta a gruppi di popolazione che per abitudini alimentari derivanti da vari fattori tra i quali la tradizione, motivi religiosi, motivi di salute e anagrafici, sono consumatori di vegetali con una distribuzione che eccede fortemente la media⁸².

Citiamo infine un altro gruppo di popolazione che fa frequente consumo di salumi e insaccati di vario genere (prodotti a base di carne, prodotti a base di carne sterilizzati, prodotti a base di carne non trattati termicamente): questa parte della popolazione deve tenere presente che in questi alimenti - per la loro conservazione - sono presenti additivi nitriti (E249, E 250) in quantità massima (che può essere aggiunta durante la fabbricazione) di 100 mg/kg e 150 mg/kg e additivi nitrati (E251, E252) pari a 150 mg/kg, ai sensi della Direttiva 2006/52/CE (recepita in Italia con il Decreto Ministero della Salute 27 febbraio 2008)⁸³. Quindi raccomandiamo a questi consumatori di variare la propria dieta alimentare, in modo da evitare l'assunzione giornaliera di quantità più o meno elevate di nitrati e nitriti.

⁷⁹ *Ibidem*, p. 29.

⁸⁰ *Ibidem*, pp. 30-31.

⁸¹ *Ibidem*, p. 31.

⁸² *Ibidem*, p.31.

⁸³ M. Bergamaschi, *Nitriti e nitrati nei salumi: approfondimenti su riduzione, sostituzione, eliminazione*, S.S.I.C.A., Parma, 24 maggio 2013.

La disinfezione delle acque potabili

Per aderire ai chiarimenti richiesti da alcuni amici, abbiamo affrontato in modo serio le problematiche legate alla disinfezione delle acque potabili, perché in numerose occasioni, specialmente nel 2014, si sono verificati spiacevoli inconvenienti dovuti al forte sapore di varechina dell'acqua erogata dal nostro acquedotto. La disinfezione dell'acqua in Italia viene effettuata in gran parte con ipoclorito di sodio, perché costa molto meno rispetto agli altri disinfettanti. Però l'ipoclorito ha un grave inconveniente: produce sottoprodotti della disinfezione potenzialmente nocivi per la salute. Allora il lettore si chiederà: quali sono questi composti nocivi per la nostra salute, e quali danni producono? Con un po' di pazienza cercheremo di fare chiarezza su questo argomento.

Purtroppo numerosi senigalliesi invece di usare la cosiddetta *acqua del sindaco*, continuano a ricorrere all'acqua minerale contenuta nelle classiche bottiglie di plastica. Perché lo fanno, malgrado sia più costosa? per cattiva informazione? perché ritengono l'acqua della rete troppo ricca di calcio? o forse perché sentono sapore di varechina?

Di certo ci sono stati episodi di eccessiva clorazione dell'acquedotto di Senigallia.

Chi scrive questa ricerca ha avuto l'opportunità di approfondire le problematiche relative alle acque potabili negli ultimi 20 anni della sua attività lavorativa, dal 1982 al 2002, trascorsi presso il Servizio di Igiene e Sanità Pubblica di Senigallia (ex-USL 8 ed ex-ASL 4). In quella struttura, dotata di un buon laboratorio di igiene ambientale, ha avuto modo in quel lungo periodo di eseguire le analisi chimiche e chimico-fisiche sulle acque potabili erogate dagli acquedotti, sulle acque di pozzo e sulle acque fluviali. All'epoca l'acquedotto di Senigallia era gestito dall'Ufficio Tecnico - Ufficio Acquedotto - del Comune. Il responsabile, Elvio Luzi, coautore del libro «Chiare fresche dolci acque di Senigallia» ha gestito con competenza e professionalità la nostra rete idrica potabile. Erano tempi in cui Senigallia era approvvigionata dal vecchio acquedotto delle Selve e utilizzava i pozzi di supporto di Bettolle, Borgo Bicchia unitamente ai pozzi situati nel territorio comunale di Chiaravalle, di proprietà del Comune di Senigallia, che attingono l'acqua dal subalveo dell'Esino. Questi ultimi sono tuttora utilizzati dal nuovo gestore Multiservizi S.p.A. allorché ha necessità di miscelare l'acqua di Gorgovivo. Tale necessità poi andrebbe anche giustificata: per carenza di precipitazioni atmosferiche? per aumento di consumi? per espansione della distribuzione? per usi impropri?

All'epoca della gestione comunale dell'acquedotto di Gorgovivo la miscelazione veniva effettuata solo nel mese di agosto.

Per scrivere con saggezza ed equilibrio questo capitolo sulla disinfezione delle acque abbiamo sentito il bisogno di ricostruire dalle sue origini l'idea che abbiamo di qualità delle acque, se vogliamo, a partire da Ippocrate.

La prima traduzione italiana dell'opera del grande filosofo greco: «Sulle arie, sulle acque e sui luoghi» veniva curata da Giovanni Capsoni, «direttore degli ospedali di Bergamo», non dunque per amore della classicità quanto perché anche lui professionalmente avvertiva la stessa esigenza di prendere le cose da principio⁸⁴. Estrapolando dai sei capitoli che compongono l'imponente opera alcuni concetti, riusciamo a ricavare il pensiero ippocrateo

⁸⁴ Ippocrate, *Sulle arie, sulle acque e sui luoghi*, *Trattato politico-medico-statistico d'Ippocrate*, prima traduzione italiana, con note del Dottore Giovanni Capsoni, Milano, 1839. Il libro originale si trova presso la Biblioteca dell'Università dell'Illinois (USA); digitalizzato da Google.

sull'igiene dell'ambiente. Innanzitutto il filosofo di Coò dà precise indicazioni a coloro che vorranno diventare buoni medici, e tra queste inserisce come fondamentale esaminare la natura e la proprietà delle acque: se sono palustri, *molli* [dolci] ovvero *dure*, e la loro provenienza *da luoghi alti e da rocce*, ritenute migliori, o se sono *salmastre e crude* al fine di un buon utilizzo delle stesse⁸⁵. Le acque limpide erano considerate acque buone da bere, mentre quelle delle zone stagnanti o paludose potevano dare luogo a febbri. Queste poche ma importanti parole costituiscono le basi della moderna igiene ambientale sulle acque, una sorta di prime linee guida di igiene e sanità pubblica. Ci vollero centinaia di anni per scoprire che l'acqua contaminata da microrganismi patogeni era la causa di numerose malattie (colera, tifo, ecc.). Infatti soltanto con le scoperte del bacillo del tifo da parte di Eberth nel 1880, di Koch - che nel 1883 scopre il vibrione del colera - e di Yersin, che undici anni dopo (1894) riesce a isolare il bacillo della peste, si prese coscienza del modo in cui si originavano le malattie contagiose⁸⁶. Un esempio di precoce intervento sulla contaminazione dell'acqua potabile avviene a Recanati proprio in quegli anni quando Vincenzo Andrenelli, ufficiale sanitario e medico di alto profilo professionale e umano, si rende conto della gravità della situazione igienico-sanitaria dei suoi concittadini. Subito dopo l'incarico, avvento il 26 giugno 1880, si trova ad affrontare una vera epidemia di febbri tifoidee che era apparsa in modo violento e improvviso in un collegio femminile, un educando molto noto all'epoca⁸⁷. Andrenelli mostra di avere cognizione competente del pensiero più aggiornato, per esempio degli studi epidemiologici condotti in quegli anni da Max Joseph von Pettenkofer per l'Istituto di Igiene di Monaco che portano come primo esito alla fornitura di acqua potabile nella città, e anche a una prima gestione delle acque reflue attraverso il drenaggio e la canalizzazione degli scarichi liquidi.

Afferma Andrenelli che «erano in voga e, fortunatamente a me note, le teorie di Liebermeister e del Pettenkofer sull'origine e propagazione del tifo per mezzo dell'acqua potabile, possibilmente inquinata da un principio specifico, illustrato poscia dall'Eberth, onde non tardai ad attribuire all'acqua qui bevuta, la causa della invasione epidemica, e mio dovere stimai essere quello di avvertirne il pubblico e gli amministratori con un opuscolo che intitolai: *La febbre tifoidea in Recanati* ⁸⁸».

Metodi e sottoprodotti della disinfezione dell'acqua

Uno studio specifico sui rischi della disinfezione delle acque potabili è stato condotto da Giorgio Moretti⁸⁹ dell'Università di Padova con ricostruzione fino al 2003. In esso l'autore rammenta che il cloro fu utilizzato per la prima volta come agente disinfettante dell'acqua destinata all'uso potabile nel 1896, a Louisville (USA), in abbinamento con un trattamento di filtrazione lenta su sabbia. Nel 1902 in Belgio fu sperimentato il primo impianto di clorazione continua. Successivamente la disinfezione fu attuata con il gas di cloro, con

⁸⁵ *Ibidem*, pp. 127-28.

⁸⁶ F. Mantelli, G. Temporelli, *Cultura e conoscenza delle acque potabili nella storia. Evoluzione legislativa in Italia*, Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana, ARPAT - Dipartimento provinciale di Firenze; Fondazione AMGA, Genova, 2009.

⁸⁷ R. Morici, *Quando l'acqua faceva male*, cit., p. 170.

⁸⁸ V. Andrenelli, *La febbre tifoidea in Recanati, Relazione*, Tipografia Rinaldo Simboli, Recanati 1880, pp. 3-12.

⁸⁹ G. Moretti, *Valutazione dei rischi e dei benefici derivanti dal trattamento delle acque destinate al consumo umano* Laboratorio di Epidemiologia Ambientale, Dipartimento di Medicina Ambientale e Sanità Pubblica, Università degli Studi di Padova.

ipoclorito di sodio o di calcio e con biossido di cloro. La disinfezione è necessaria per abbattere la carica batterica, e la soluzione migliore per non far formare i sottoprodotti della disinfezione sono i raggi ultravioletti. I raggi UV - continua Moretti - dovrebbero essere usati come disinfettante primario (difatti, essendo questi raggi un mezzo fisico, non lascia residui), seguiti poi da un disinfettante chimico secondario, necessario per proteggere la rete di distribuzione dalla proliferazione dei microrganismi. Però la disinfezione con i mezzi chimici dà luogo a sottoprodotti di disinfezione. I fattori che influenzano la formazione di questi composti non desiderati sono: il tipo di disinfettante, la dose impiegata e il residuo della disinfezione. Siccome il disinfettante che costa di meno è l'ipoclorito di sodio, la maggior parte dei gestori degli acquedotti lo impiega per clorare la rete idrica. Sappiamo dalla letteratura scientifica che gli ipocloriti danno origine a prodotti secondari o sottoprodotti di disinfezione che possono essere di varia tipologia. Moretti ci fornisce un chiaro elenco dei sottoprodotti alogenati che si formano nel processo di clorazione dell'acqua⁹⁰:

<i>Trialometani:</i>	<i>Acidi aleoacetici</i>
cloroformio	acido monocloroacetico
dibromoclorometano	acido dicloroacetico
diclorobromometano	acido tricloroacetico
bromoformio	acido monobromoacetico
<i>Alogenuri di cianogeno:</i>	<i>Aloacetoniatri</i>
cloruro di cianogeno	dicloroacetoniatrile
bromuro di cianogeno	tricloroacetoniatrile
	bromocloroacetoniatrile
<i>Alopicrine:</i>	<i>Alochetoni, Aloaldeidi, Alofenoli</i>
cloropicrine	Mx: 3-cloro-4-(diclorometil)-
bromopicrine	5-idrossi-2(H)-furanone
<i>Cloralio idrato</i>	

Tabella 14. Elenco dei sottoprodotti della disinfezione delle acque potabili

⁹⁰ *Ibidem*, p.34.

La prevenzione si basa sulla rimozione dall'acqua di più sostanze organiche possibile, prima di applicare la disinfezione. Questo procedimento è molto importante. Oltre ai classici e ben noti metodi fisici e chimici di trattamento delle acque destinate al consumo umano, si stanno affermando alcune tecniche di *micro, ultra, nano filtrazione* e *osmosi inversa*, che sembrano offrire notevoli vantaggi sotto il profilo igienico sanitario: nessuna aggiunta di prodotti chimici all'acqua, affidabilità, praticità di impiego.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità nelle linee guida afferma che anche se il processo di disinfezione può provocare la presenza di molecole in grado di causare effetti a lungo termine sulla salute dei consumatori, non si può fare a meno della disinfezione se si vogliono prevenire rischi molto più gravi dovuti ad agenti patogeni presenti nell'acqua potabile. Il rischio diretto ed immediato per la salute e per la vita provocato dalla presenza nelle acque di microrganismi patogeni rende impensabile l'abbandono del processo di disinfezione. Certo, l'OMS dà indicazioni che devono valere in tutto il mondo, in Africa come in Europa. Certamente le differenti condizioni acquedottistiche potrebbero consigliare un atteggiamento diversificato da parte della Unione Europea, per la quale comunque i valori parametrici proposti per i sottoprodotti della disinfezione non possono essere così restrittivi da compromettere la possibilità del processo di disinfezione.

Non ci sentiamo di condividere i consigli e le affermazioni dell'OMS: perché un conto è dire che la disinfezione è necessaria, un'altra cosa è ribadire che i sottoprodotti della disinfezione sono il male minore o addirittura affermare che i limiti così restrittivi potrebbero impedire la disinfezione.

I rischi per la salute causati *dai sottoprodotti della disinfezione* – afferma lo stesso Moretti – non possono essere ignorati, dato il vasto numero di persone esposte. Un *basso rischio* che interessa molte persone ha come effetto un *elevato numero di casi*. E' più importante un basso rischio diffuso piuttosto che un alto rischio limitato a pochi.

La qualità dell'acqua potabile deve essere garantita mediante precise azioni di protezione e di controllo. Un uso molto accorto della disinfezione, ove ciò sia possibile, deve essere fortemente raccomandato in quanto migliora la qualità dell'acqua ed elimina i rischi collegati alla disinfezione stessa⁹¹.

Quest' ultima considerazione offre l'opportunità di fare un serio discorso sull'acquedotto di Senigallia. Tutti noi sensatamente ci possiamo porre la domanda: perché viene disinfettata l'acqua sorgiva pura e cristallina di Gorgovivo? La risposta dovrebbe essere questa: per raggiungere Senigallia e le altre località del suo territorio, l'acqua limpida e cristallina deve percorrere molti chilometri e scorrere dentro le tubazioni. Poi una volta arrivata a destinazione deve essere stoccata nei serbatoi. Dunque, per assicurare una buona qualità dal punto di vista microbiologico occorre effettuare la sua disinfezione.

Ma è qui che sorgono i problemi. La disinfezione come abbiamo visto può essere attuata in vari modi: quella con ipoclorito di sodio, che le nostre nonne conoscevano con il nome di varechina presenta purtroppo questi effetti collaterali, ossia forma i composti di cui abbiamo visto.

Nell'acqua potabile i trialometani (THM), scrive Angela Bonato⁹², «si formano soprattutto come sottoprodotti della clorazione (sono i principali sottoprodotti della disinfezione con cloro: rappresentano il 10% dei composti organici alogenati totali che si formano con la

⁹¹ *Ibidem*, p. 80.

⁹² Bonato, *Acqua e Salute, Indicazioni tratte dalle linee guida dell'OMS sulla qualità dell'acqua destinata al consumo umano*, cit.

clorazione dell'acqua), per reazione del cloro con i composti organici che si trovano naturalmente nell'acqua quali le sostanze umiche, i composti solubili prodotti dalle alghe, i composti azotati naturali. L'acido ipocloroso ossida lo ione bromuro a formare acido ipobromoso, che reagisce con il materiale organico endogeno (acidi umici e fulvici), dando origine ai bromo-trialometani. Il cloro reagisce con alcune sostanze organiche a formare cloroformio. La quantità relativa di ciascun trialometano dipende dalla temperatura, dal pH, dalla concentrazione di cloro e di bromuro. [...] I THM possono anche essere considerati degli indicatori della presenza di altri sottoprodotti della clorazione. Il controllo dei quattro principali THM nell'acqua potabile dovrebbe aiutare a ridurre i livelli di altri sottoprodotti non ancora caratterizzati [...] La formazione di THM può essere ridotta evitando la preclorazione, cambiando tecnica di disinfezione, rimuovendo i precursori organici prima della disinfezione finale (attraverso trattamenti multistadio: coagulazione, filtrazione e sedimentazione). La rimozione dei THM dopo la loro formazione è difficile e richiede l'uso di processi dispendiosi come l'assorbimento su carbone attivato o l'*air stripping*»⁹³.

Due altre ricerche, queste dell'Istituto Superiore di Sanità, hanno affrontato tale problematica. Nella ricerca effettuata nel 1983⁹⁴ risultava che il trattamento di clorazione delle acque ad uso potabile può essere una concausa della formazione di composti organoalogenati, tra cui in particolare i trialometani (THM). Già più di trent'anni fa si era posto il problema dei possibili effetti sulla salute umana dovuti all'assunzione prolungata nel tempo di dosi molto piccole dei THM. La ricerca ha accertato che più la clorazione è fatta con livelli elevati di disinfettante maggiori sono le possibilità che si formino quantità più o meno elevate di trialometani. Pertanto, evitando una clorazione eccessiva, in modo che nella rete di distribuzione di acqua potabile si abbiano bassi livelli di cloro residuo, si riduce notevolmente la formazione THT e quindi i rischi per la salute.

Appunto trent'anni dopo Riccardo Crebelli e Paola Leopardi del massimo istituto di ricerca della sanità hanno condotto un'approfondita ricerca dal titolo: «Contaminanti chimici nell'acqua potabile e rischi a lungo termine»⁹⁵. I due ricercatori focalizzano l'attenzione su alcuni contaminanti quali l'arsenico e il vanadio; nel contempo però si dilungano anche sulla disinfezione parlando chiaramente di *fattori emergenti di rischio chimico nelle acque potabili*. Si riferiscono in particolare all'associazione di utilizzo di acqua potabile clorata e cancro: l'evidenza della cancerogenicità di alcuni sottoprodotti di disinfezione viene confermata per i composti quali il cloroformio, il bromoformio, il bromodichlorometano, il clorodibromometano (questi quattro composti appartengono ai trialometani), e il bromato. I limiti per la potabilità dell'acqua sono, ai sensi del Decreto Legislativo n. 31/2001, di 30 µg/l per i THT e di 10 µg/l per il bromato.

Questi due studi dell'Istituto Superiore di Sanità, unitamente a quelli di Giorgio Moretti e Angela Bonato dell'Università di Padova, confermano le nostre preoccupazioni sui metodi e sulle quantità dei disinfettanti usati le acque potabili.

Lo stesso Decreto prevede per i trialometani la concentrazione massima di 30 µg/l. E anche qui può affiorare l'eterna domanda: se venissero trovati 29 µg/l oppure 20 µg/l o

⁹³ *Ibidem*, pp. 76-77.

⁹⁴ C. Cresimini, S. De Fulvio, A. Piccioni, G.A. Zapponi, *Clorazione delle acque e formazione di trialometani; studio quantitativo dei livelli rilevati in alcuni acquedotti italiani*, Annali dell'Istituto Superiore di Sanità, Vol. 19, N. 2-3, (1983), pp. 369-378.

⁹⁵ R. Crebelli, P. Leopardi, *Contaminanti chimici nell'acqua potabile e rischi a lungo termine*, Istituto Superiore di Sanità, Convegno Nazionale salute e Ambiente in Italia, I.S.S. 5-6 dicembre 2011.

addirittura 10-15 µg/l, che cosa cambierebbe? Forse una sostanza potenzialmente cancerogena o mutagena lo è solo quando supera il limite massimo consentito? La stessa domanda si era posta per i nitrati nelle acque quando fu stabilito il limite massimo per la potabilità a 50 mg/l. Se le nostre acque fossero tutte e costantemente al livello di 49 mg/l non potremmo davvero rallegrarcene.

Sarebbe forse opportuno diminuire il quantitativo di ipoclorito di sodio, in modo che in rete si abbia una buona disinfezione e nel contempo venga contenuto al minimo o anche esclusa la presenza di questi composti alogenati.

Ad esempio una concentrazione in rete di cloro residuo di 0,02-0,04 mg/l sarebbe il nostro auspicio. Un simile livello non è cervellotico, ma era quello autoregolato che si applicava quando l'acquedotto era gestito dal Comune, ossia quando l'acqua era veramente l'acqua del sindaco.

Altrimenti sarebbe necessario cambiare disinfettante, optando per il diossido di cloro, la cui azione ossidante, come affermano numerosi ricercatori, non dà luogo alla formazione di trialometani.

Considerazioni sulla presenza dei trialometani nelle acque potabili

Attualmente tutti gli acquedotti comunali sono approvvigionati dall'acqua proveniente dalle sorgenti di Gorgovivo; pertanto la qualità dell'acqua è, dal punto di vista chimico (soprattutto per i nitrati) notevolmente migliorata, sia rispetto alla grave situazione di vent'anni fa, sia rispetto a quella già migliore di dieci anni fa. Anche dal punto di vista batteriologico c'è stato un miglioramento; infatti la sorgente di Gorgovivo dà acque microbiologicamente pure.

Abbiamo visto però come, in determinate occasioni, Multiservizi S.p.A. ha ritenuto opportuno miscelare l'acqua sorgiva con quella di alcuni pozzi di supporto situati in varie zone dei territori comunali: solo in questo caso sarebbe giustificata una clorazione più elevata, ma sempre entro i limiti consigliati dalla normativa, perché le acque provenienti dagli acquiferi del subalveo fluviale, come si evince dalle relazioni dell'ARPAM, non sono di buona qualità.

Non finiremo mai di ripetere che l'acqua sorgiva ha caratteristiche di buona qualità chimica e microbiologica e pertanto anche una clorazione molto contenuta può assicurare l'abbattimento dell'eventuale presenza di carica microbica, e nello stesso tempo evitare la formazione dei composti alogenati.

Che non si tratti di un problema da poco lo dimostra la tabella 15, che rispecchia i risultati delle analisi chimiche relative ai campioni di acqua potabile di alcuni Comuni eseguite dall'ARPAM nel corso dell'anno 2014⁹⁶. Residui di trialometani, pur nella norma, sono comunque presenti in tutti i campioni esaminati, quando il termine di riferimento vorrebbe che non ci fossero affatto. Manca infatti un valore guida proprio perché se ne presuppone l'assenza.

La presenza di trialometani, anche se inferiore al limite di 30 µg/l, desta dunque preoccupazione in quanto questi composti, come già esposto nelle pagine precedenti, costituiscono un reale rischio per la salute della popolazione ed inoltre una volta formati

⁹⁶ I risultati delle analisi sono stati gentilmente forniti dalla Dott.ssa Susy Greganti, Dirigente Medico del Servizio Igiene degli Alimenti e della Nutrizione, ASUR Marche - Area Vasta 2 Senigallia.

permangono a lungo nelle reti idriche. Potrebbero essere rimossi, come dichiarato da autorevoli ricercatori, solo con mezzi molto costosi.

Acquedotti comunali	Bromoformio $\mu\text{g/l}$	Cloroformio $\mu\text{g/l}$	Dibromoclorometano $\mu\text{g/l}$	Diclorobromo- metano $\mu\text{g/l}$	Totale Trialommetani $\mu\text{g/l}$
Arcevia	3,37	0,86	5,55	2,76	12,54
Castel Colonna	3,35	n.r.	0,39	0,07	3,81
Corinaldo	8,16	n.r.	1,20	0,23	9,59
Monterado	7,36	n.r.	1,11	0,19	8,66
Ostra Vetere	6,04	n.r.	0,47	0,09	6,60
Ripe	5,70	n.r.	n.r.	n.r.	5,70
Senigallia	3,22	n.r.	0,38	0,06	3,66
Serra de' Conti	7,21	n.r.	0,65	0,11	7,97

Tabella 15. Residui di trialommetani (THT) negli acquedotti di alcuni Comuni situati nel territorio di competenza sanitaria dell'ASUR Marche-Area Vasta 2 Senigallia

n.r.: «non rilevabile»

Bibliografia

- Andrenelli V., *La febbre tifoidea in Recanati, Relazione*, Tipografia Rinaldo Simboli, Recanati, 1880.
- ARPAM, Regione Marche, Provincia di Ancona, *Libro Bianco sulle Acque Potabili*, 2003.
- ARPAM, *Caratterizzazione di areali dei bacini del Foglia, Misa, Chienti e Tronto attraverso l'utilizzo dei sedimenti: profili chimici e tossicologici*, 2004.
- ARPAM, *Relazione sullo stato di qualità dei corpi idrici sotterranei nel periodo 2009-2012*, luglio 2013.
- AA.VV., *La ricerca scientifica: rivista del Consiglio Nazionale delle Ricerche*, Volume 30, Edizioni 7-10, 1960.
- Bergamaschi M., *Nitriti e nitrati nei salumi: approfondimenti su riduzione, sostituzione, eliminazione*, S.S.I.C.A., Parma, 24 maggio 2013.
- Bonato A. (a cura di), *Acqua e Salute, Indicazioni tratte dalle linee guida dell'OMS sulla qualità dell'acqua destinata al consumo umano*. Documento realizzato nell'ambito dei lavori della Scheda tecnica tematica 1 Acque potabili - Area tematica acque - Piano Regionale Triennale Sicurezza Alimentare della Regione Veneto 2005-2007.
- Cocchioni M., Pellegrini M.G., Tarantini F., *I nitrati nell'ambiente e loro rapporto con la salute umana - I nitrati nelle acque potabili della Regione Marche*, Estratto da «L'Igiene Moderna», volume LXXIV, n. 5/Novembre, 1980.
- Cocchioni M., Pellegrini M.G., Tarantini F., Corvatta G., *Nitrati e nitriti nei diversi alimenti: variabilità nei contenuti e modifiche conseguenti i processi di cottura*, Estratto da «L'Igiene Moderna», volume LXXXIV, n.3/Settembre, 1985.
- Cocchioni M., Pellegrini M.G., Tarantini F., Vitali C., *Nitrati, nitriti, nitrosocomposti ed alimentazione: apporto giornaliero di nitrati e nitriti con la dieta*, Estratto da «L'Igiene Moderna», volume LXXXVI, n. 3/Settembre, 1986.
- Cresimini C., De Fulvio S., Piccioni A., Zapponi G.A., *Clorazione delle acque e formazione di trialometani; studio quantitativo dei livelli rilevati in alcuni acquedotti italiani*, Annali dell'Istituto Superiore di Sanità, Vol. 19, N. 2-3, 1983.
- Crebelli R., Leopardi P., *Contaminanti chimici nell' acqua potabile e rischi a lungo termine*, Istituto Superiore di Sanità, Convegno Nazionale salute e Ambiente in Italia, I.S.S. 5-6 dicembre 2011.
- De Villiers M., *Acqua, Storia e destino di una risorsa in pericolo*, Sperling-Paperback, 2004.
- Grifoni E., *Il Consorzio idrico della vallata dell'Esino*, Rivista di Ancona, Anno V, Numero 5, Rassegna del Comune di Ancona, settembre-ottobre 1962.
- Ippocrate, *Sulle arie, sulle acque e sui luoghi*, Trattato politico-medico-statistico d'Ippocrate, prima traduzione italiana, con note del Dottore Giovanni Capsoni, Milano, 1839. Il libro originale si trova presso la Biblioteca dell'Università dell'Illinois (USA); digitalizzato da Google.
- Mantelli F., Temporelli G., *Cultura e conoscenza delle acque potabili nella storia. Evoluzione legislativa in Italia*, Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana, ARPAT - Dipartimento provinciale di Firenze; Fondazione AMGA, Genova, 2009.

Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio (a cura di Eugenio Perrone), *Carta idrografica d'Italia, Reno, Lamone, Fiumi uniti, Savio, Marecchia, Foglia, Esino, Potenza, Chienti, Tenna, Aso, ed altri minori; pozzi artesiani della pianura emiliana, dal Panaro alla Marecchia e del litorale adriatico, da Porto Corsini a Pesaro*, Tipografia Nazionale di G. Beterro e C., Roma, 1910.

Moretti G., *Valutazione dei rischi e dei benefici derivanti dal trattamento delle acque destinate al consumo umano*, con ricostruzione fino all'anno 2003, Laboratorio di Epidemiologia Ambientale, Dipartimento di Medicina Ambientale e Sanità Pubblica, Università degli Studi di Padova.

Morici R., Tavoletti M.G., Quagliarini L., *Monitoraggio chimico-fisico, chimico e microbiologico di laghetti collinari*, Biologi Italiani n. 8, settembre 1994.

Morici R., Tavoletti M.G., *Residui di prodotti fitosanitari e di composti azotati nelle acque ad uso potabile e nelle acque superficiali*, Inquinamento n. 13, febbraio 2000.

Morici R., *Prodotti fitosanitari e nitrati nelle acque potabili e superficiali*, relazione alla giornata di studio *Acque destinate al consumo umano - Qualità delle acque potabili e novità legislative*, Gruppo Scientifico Italiano Studi e Ricerche, Milano, 24 maggio 2000.

Morici R., Luzi E., *Chiare fresche dolci acque di Senigallia, Aspetti storici e situazione attuale*, Amministrazione Provinciale di Ancona, Studio Focus Senigallia, dicembre 2006.

Morici R., Morici F., *Dal Troento all'Isauro - Sulla qualità delle acque fluviali in Il clima le acque la terra nella storia delle Marche*, Provincia di Macerata, maggio 2008.

Morici R., *Quando l'acqua faceva male*, in *Marca/Marche* n. 1, giugno 2013, Livi Editore.

Orilisi S., Benetti E., *Acque destinate al consumo umano*, Provincia di Ancona, Assessorato all'Ambiente, Servizio Multizonale di Sanità Pubblica - Area Chimica - USL 12 Ancona, 1991.

Progetto Life Salt, *Sustainable Management of the Esino river basin to prevent saline intrusion in the coastal aquifer in consideration of climate change*. Lo studio presentato a Torino il 12 ottobre 2011, a cura di Elisa Filippi, è stato promosso dal Ministero dell'Ambiente con la partecipazione della Regione Marche, Multiservizi S.p.A., Provincia di Ancona, Consorzio di Gorgovivo, SGI, Centro Euro-Mediterraneo e i cambiamenti climatici, SPS.

Provincia di Ancona, *Convegno su L'approvvigionamento idrico e lo stato di inquinamento delle acque superficiali nella provincia di Ancona*, Ancona, Palazzo della Provincia, 10 ottobre 1971.

Sagratella E., Pastorelli A.A., Stacchini P., Baldini M., Morelli S., Zaza S., *Livelli di nitrato negli alimenti vegetali: il caso dei prodotti orticoli italiani*, Istituto Superiore di Sanità, Dipartimento di Sanità Pubblica Veterinaria e Sicurezza Alimentare, Roma, 2011.

Tavoletti M.G., *Qualità dell'acqua potabile: report 2003*, Servizio Igiene degli Alimenti e della Nutrizione, ASUR Zona Territoriale 4 Senigallia, 2004.

Tazioli S., *Corpi idrici sotterranei: metodologie per l'utilizzazione, il controllo e la tutela*, Convegno su *Le risorse idriche nella Regione Marche, disponibilità, tutela, gestione, distribuzione e depurazione delle acque*, Fiera della Pesca, Ancona 21-22 gennaio 1991.