

**AMMODERNAMENTO DEGLI ACQUEDOTTI E DELLE OPERE DI PRESA**

**Pierfranco Ventura**

**1 – Diminuzione delle risorse idriche e prevenzione**

I cambiamenti climatici stanno riducendo le piogge sugli Appennini che da 2000 mm/anno del 1950 potrebbero scendere verso i 1500 mm/anno nel 2050 se si continua con la stessa tendenza decrescente: l'abbassamento di 20 m nel 2017 del lago del Turano è un chiaro indice, anche se in parte dovuto ai controlli di sicurezza dopo il terremoto di Amatrice.

La diminuzione tende a provocare carenze potabili e irrigue che richiedono l'urgenza di riparare le perdite degli acquedotti e più in generale di realizzare gli impianti d'irrigazione a goccia.

Nubifragi persistenti provocano alluvioni e dissesti, ma anche scompensi idrogeologici specie ove sono state alterate le vie di displuvio e di percolazione.

Ciò richiede l'urgenza della manutenzione e pulizia periodica del reticolo idrografico e il disciplinamento delle acque superficiali e fognarie, in modo da evitare danni e inquinamenti specie agli acquedotti e alle opere di presa dalle sorgenti.

È evidente che tali lavori richiedono anzitutto la riduzione della frammentazione delle competenze amministrative e tecniche per cui si complicano le attività e i mezzi dei funzionari onesti e capaci e le conferenze dei servizi finiscono per contribuire ogni anno ad incrementare il debito pubblico (par. 6), purtroppo anche in tutti i settori di spesa.

Passare ad *investimenti sulla prevenzione decennale* anziché sull'emergenza annuale, secondo i criteri legislativi delineati nell'ultimo paragrafo, è l'altro cambiamento che urge in Italia, ormai più necessario di quello del clima, per dare speranza e alimentare l'interesse dei cittadini.

Cartografia multidisciplinare e controlli satellitari sono disponibili per gli ammodernamenti, come pure finanziamenti per la prevenzione sono in atto in alcune città: urgono il coordinamento delle competenze e il riequilibrio del rapporto dirigenti/operai specie pubblici, in modo da ripristinare specie i *lavori autonomi in economia* come in atto oggi nel Genio Militare e come era chiaramente regolamentato alla nascita del Genio Civile (Regio Decreto 1816).

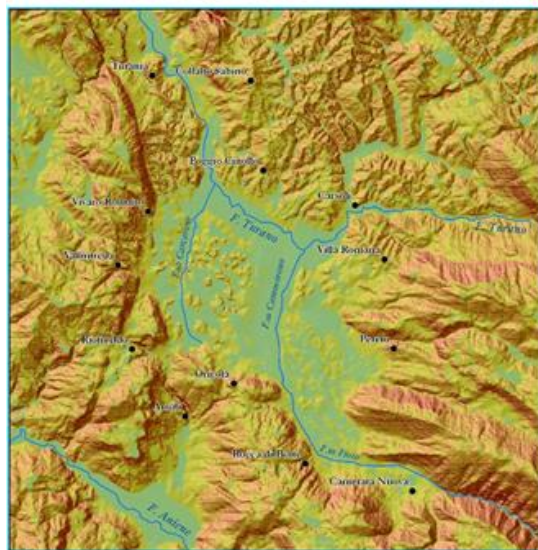
La raccolta dei dati fatta dal Servizio idrografico del Ministero dei Lavori Pubblici, *unico modo per fare una seria programmazione preventiva*, è stata solo di recente recuperata e urge un sano coordinamento nazionale, specie per controllare i 4750 milioni di m<sup>3</sup>/anno di acqua potabile erogata dalle sorgenti (Benedini 2013).

In tal senso la costituzione di squadre di manutentori intercomunali e l'acquisto almeno di semplici strumenti di controllo (par. 3), consente di svolgere per tempo i piccoli lavori in economia, preziosi per la manutenzione-prevenzione, e consentire per gli altri lavori di svolgere gare di appalto ben supportate da documentate *misure preventive*, specie per i lavori strettamente legati alle procedure di trasparenza.

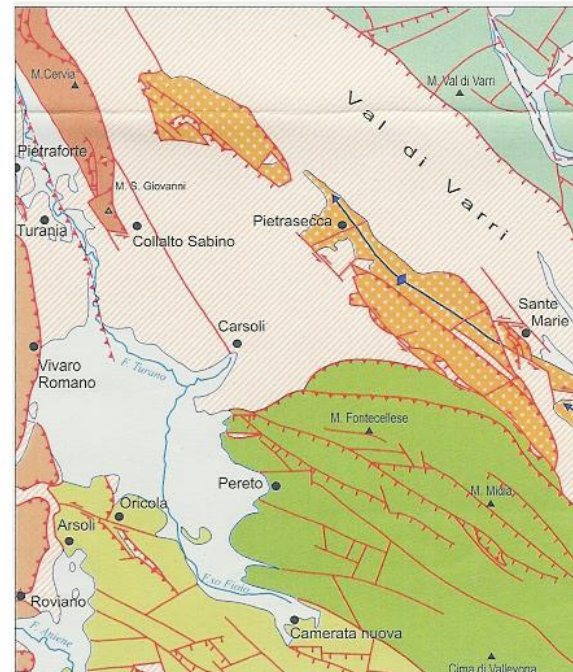
**2 – Insegnamenti dell'idraulica antica**

La ricerca diretta delle sorgenti è stata per secoli la fonte di approvvigionamento di tanti paesi sorti proprio ove sgorga naturalmente l'acqua, spesso in quota per soddisfare anche la difesa dei paesi soprattutto nel medioevo.

Tipiche *sorgenti di emergenza* nella Valle del Turano sono quelle ubicate a "mezza costa" ove si trova il passaggio, figura 1, dalle formazioni terrigene, specie marnoso-arenaceo impermeabili che tappezzano la valle, alle unità montane carbonatiche caratterizzate da rocce fratturate permeabili alle piogge e sede degli acquiferi che alimentano le fonti (Gisotti, Ventura 2017).



Roberto Graciotti - Servizio Geologico d'Italia



**Figura 1** Rilievo geomorfologico DEM (ISPRA) del bacino idrologico del Turano, e carta geologica (Foglio 367) caratterizzate dall'unità carbonatica permeabile con presenza di falda acquifera alla base e formazioni terrigene, poco o affatto permeabili che tamponano l'idraulica delle unità montane: in riva sinistra una grande linea tettonica incide tali idrostrutture carbonatiche, rendendo più copiose le sorgenti di emergenza.

Sorgenti tipiche sono quelle della Nocchia, Scentelle e San Benedetto che sin dai tempi dei Romani alimentano ancora l'acquedotto di Vivaro in riva sinistra caratterizzata da una netta linea tettonica che incide l'unità carbonatica dei monti Fruttuoso e Croce consentendo di far emergere dall'acquifero abbondanti acque sorgive e diuretiche "l'acqua della Nocchia te piega le ginocchia". In riva destra l'acquedotto di Collalto Sabino era alimentato dalle unità carbonatiche dei monti San Giovanni e Cervia, ma essendo il predetto passaggio idrogeologico permeabile/impermeabili meno netto, le opere di presa fornivano portate limitate.

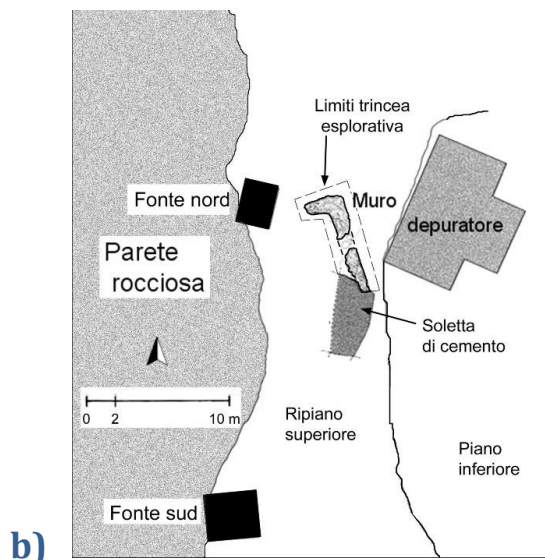
Anche piccole sorgenti come quella accumulata nel bottino dei Berani, figura 2, hanno alimentato la fontanella pubblica di Poggio Cinolfo a cui, fino agli anni '50, le donne attingevano con le conche circa 20 litri d'acqua, prenotata con una lunga distesa di rame e di chiacchiere sul parapetto che portava alla flebile fonte.

Maggiori portate sono quelle ricavate, vicino alla sorgente del Turano, dalla galleria ferroviaria di Colli di Montebove utilizzata anche come cunicolo di captazione dell'acquifero che permea l'ammasso roccioso, in modo da alimentare un acquedotto che serve le stazioni ferroviarie e varie abitazioni da Carsoli fino a Castel Madama.

Altro acquedotto relativamente recente è quello che presenta le opere di captazione in prossimità delle gole del fosso Fioio e che serve Camerata Nuova, lasciando ormai peraltro in secca permanente un lungo tratto dell'alveo.

Considerazioni analoghe valgono per l'acquedotto settecentesco di Riofreddo, riparato e poi abbandonato, come è accaduto per tanti altri piccoli borghi serviti da piccoli acquedotti che alimentavano solo fontane pubbliche.

Per secoli tutti i paesi sono stati alimentati da opere di presa tramite *cunicoli* che fornivano l'acqua a quote tali da garantire il carico piezometrico per servire specie le abitazioni più in alto nei vari borghi e contenendo le perdite di carico in modo che rispettassero gli antichi insegnamenti dell'idraulica, magistralmente applicata sin dai tempi dei popoli della Mesopotamia o degli Etruschi o dei Romani (Frontino).



**Figura 2** a) Bottino della sorgente dei Berani che alimentava l'acquedotto di Poggio Cinolfo (foto Ventura) b) Fonte San Benedetto a Vivaro pianta schematica dell'area d'indagine archeologica (rilievo F. Sforza, 2008) e sede della nuova fonte in esercizio

Riprendere tali insegnamenti di controllo (audit), manutenzione (ordinaria) e criteri di captazione idraulica (par. 5) è del tutto evidente che vada programmato amministrativamente, tecnicamente e anzitutto supportato dalla fondamentale vigilanza della *Cittadinanza Attiva*, (Sogno del Turano, Eventi 2017 Colle di Tora).

### 3 – Misura delle perdite degli acquedotti

Il primo criterio per monitorare le perdite consiste nel misurare gli *accumuli notturni di acqua* specie ove non ci sono utenze come ospedali, lavaggi industriali continui ecc..

Si può cominciare dal dotare, con esigui costi, i serbatoi comunali di *registratori della pressione sul fondo dovuta ai livelli*  $h$  idrostatici (Pascal)  $\Delta p = \gamma_w \Delta h$ , per valutarli nel tempo unitamente alle misure delle portate  $\Delta Q$  ( $m^3/h$ ) di alimentazione del serbatoio con area di base  $A$  e volume  $V = hA$ .

Pertanto se nella durata  $\Delta t$  della notte il riempimento è regolare:  $\Delta p = \gamma_w \Delta Q \Delta t / A$  cresce altrettanto regolarmente per  $Q = \text{costante}$  nel tempo ( $\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3 = 1 \text{ ton/m}^3$  peso specifico dell'acqua, per cui un innalzamento  $\Delta h = 1 \text{ m}$  del livello dell'acqua nel serbatoio corrisponde a un incremento di pressione  $\Delta p = 1 \text{ ton/m}^2 = 100 \text{ kPa} = 0,1 \text{ atm}$ ). Come noto in molti acquedotti si verificano perdite dell'ordine del 50% ovvero si registra di notte una perdita di metri cubi  $\Delta V = A \Delta h / 2 = A \Delta p / 2 \gamma_w$ .

Il controllo successivo è naturalmente quello di individuare le perdite attraverso anzitutto la misura delle *portate notturne* nei nodi di distribuzione della rete idrica, in modo da individuare i tratti che si possono riparare o che vanno integralmente rifatti nuovi, come negli evangelici otri per il vino. Le reti con più di 50 anni di esercizio hanno un'elevata probabilità di perdite, specie nelle impanature delle tubazioni di allaccio alle abitazioni; si verifica inoltre la riduzione delle sezioni dei tubi per i depositi di calcare.

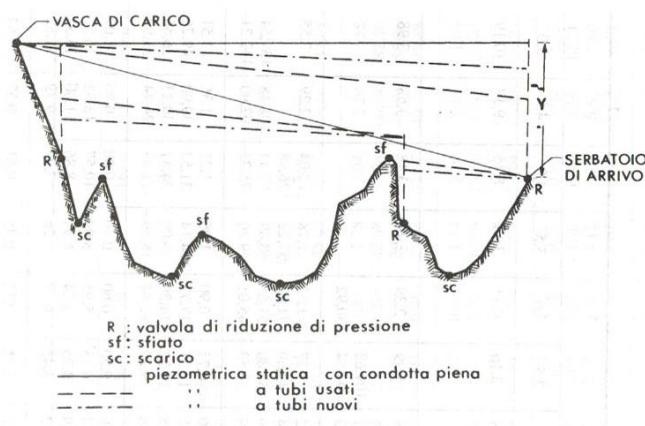
I cataloghi commerciali sono pieni di misuratori: si è passati dalle misure dei *livelli* con i galleggianti e i piezometri ai sensori laser o alle misure delle predette *pressioni* dai manometri ai pressostati; analogamente per la misura delle *portate* si è passati dai venturimetri ai sensori elettromagnetici o a ultrasuoni con registrazione continua, fatti da Ditte specializzate.

Si segnala anche l'uso di rilevatori chimici a registrazione continua per la misura delle caratteristiche qualitative dell'acqua (torbidimetri, conduttivimetri, acidometri, ossigeno disciolto, cloro residuometri) per il *controllo della potabilizzazione*.

Per inciso analoghi piccoli sensori sommergibili permanenti servono per controllare *gli inquinanti chimici nei fiumi* o, come montati su droni, per la minimizzazione dei pesticidi (o meglio degli insetti antagonisti), erbicidi (o meglio oli vegetali) e dell'irrigazione per la moderna agricoltura.

### 4 - Riparazione e ammodernamento degli acquedotti

La figura 3 mostra le “normali” perdite di carico di progetto basate su tubi di acquedotto usati ovvero con aumento (linee a tratto) nel tempo della scabrezza interna dovuta specie ai depositi carbonatici: anche l'uso delle tubazioni subisce ... l'arteriosclerosi per invecchiamento: famosa in proposito è la chiusura per ostruzione dell'acquedotto di Pisa. La cadente piezometrica  $Y$  governa il diametro dei tubi evitando depressioni ( $\Delta Y > 5 \text{ m}$ ) e regolando la velocità dell'acqua ( $\div 1 \text{ m/s}$ ).



**Figura 3** Perdite di carico e abbassamento piezometrico passando da tubi nuovi ad usati  
(A. Paoletti, 2012)

Ben più gravi sono naturalmente le perdite di acqua per rottura degli acquedotti, specie occultate dal terreno, per cui eventuali svuotamenti comportano anche il rischio in mancanza di pressione di far entrare terra nei tubi o addirittura inquinanti se in prossimità a monte della falla si è rotta anche la

fognatura magari mai stasata. È evidente che in caso di forti perdite (frane, alluvioni, terremoti) anziché riparare le falle è necessario rifare l'acquedotto nuovo: realizzare nuove captazioni per incrementare solo le portate in un colabrodo, specie in termini di economia, è un controsenso.

Si cita subito il caso di 22 Comuni dell'Umbria in cui l'Autorità d'Ambito Territoriale Integrato (*ATI legge Galli*) ad esempio per Foligno, Spoleto, Bevagna, Norcia e frazioni, le tecniche più usate per rilevare le perdite sono elettroacustiche e a gas traccianti: statisticamente si è riscontrata una perdita ogni 1,5 km con costi massimi per la ricerca di 350€/km e durate dei controlli di 5 giorni/acquedotto. Con tale controllo, *regolando le pressioni per minimizzare le perdite* (i tubi di plastica perdono il doppio di quelli in acciaio, specie per i colpi di ariete nelle giunzioni dei tratti misti) si sono realizzate riparazioni mirate (R. Macrì 2015).

Spendendo in tali lavori 1,2 milioni di euro si sono recuperati 95 lt/s ovvero 3 milioni di m<sup>3</sup>/anno di acqua; inoltre la captazione dalle più copiose sorgenti montane anziché da pozzi in pianura, ha consentito un risparmio elevatissimo di energia elettrica, che oltretutto dal 2010 è cresciuta da 0,11€ a 0,18€/kWh (1kWh solleva 1 m<sup>3</sup> a 200m). L'acqua a Carsoli costa 3,5€/m<sup>3</sup> ovvero il doppio di Roma che in quanto a perdite ... non si fa mancare nulla.

In proposito più le opere di presa sorgive sono efficienti nel raccogliere acqua quando piove, meno si consuma energia per estrarla dai pozzi, seconda voce di spesa del gestore dopo il personale.

Si evidenzia infine che la differenza fra il volume d'acqua prelevato e quello fatturato finisce per far pagare le perdite, specie ai contatori rotti dal gelo, ai cittadini: *urgono almeno i controlli attuali*.

Tale differenza se controllata poi in continuo telematicamente consente di avvicinarsi all'indice fisiologico delle perdite (*International Water Association*) e di effettuare le riparazioni specie delle perdite occulte in pochi giorni anziché dopo svariati mesi, quando l'acqua affiora in superficie.

Se si attuasse una *nuova efficienza aziendale*, per alcuni anni si potrebbe non ridurre il tariffario e lasciare il notevole risparmio al gestore purché lo utilizzi solo per investimenti: si eliminerebbero anche le continue perdite economiche, basandole però tassativamente sui dati delle misure telematiche della riduzione delle perdite e dei consumi elettrici e sui costi standard del personale.

Tali buone prassi, nate nella terra di "Sorella Acqua", sono da applicare ovunque a cominciare dalle nostre frazioni ove l'acqua è razionata specie per abitanti vecchi e che non possono permettersi serbatoi con autoclavi, per cui devono aspettare che l'autobotte arrivi di notte e far entrare la manichetta dalla finestra in alto per avere un poco di acqua in quota ... siamo ancora alla conca di rame, con ulteriori aumenti dei costi idrici.

### 5 – Ammodernamento delle opere di presa

Si evidenzia che il bacino imbrifero topografico spesso non coincide con il bacino di alimentazione spesso coperto da detriti, per cui le opere di presa sono caratterizzate da *cunicoli idraulici di raccolta delle captazioni sorgive* in modo da raggiungere a gravità l'acquifero, ed essere rigorosamente protetti da ogni inquinamento specie da rifiuti liquidi e solidi.

Ciò specie prima dell'uso delle pompe sommerse in pozzi profondi in pianura e naturalmente senza i costi dovuti al consumo di elettricità.

Le moderne opere di captazione a gravità sono corredate da *vasche di raccolta, di calma, di presa e di manovra* per bilanciare, chiarificare, disaerare e regolare nell'acquedotto le portate di magra e di piena sorgive correlate all'evoluzione delle piogge che alimentano l'acquifero percolando nella struttura idrogeologica.

Prima pertanto di realizzare pozzi di pompaggio è necessario riparare gli acquedotti e realizzare moderne opere di presa a gravità, come ad esempio effettuando delle perforazioni per realizzare nella vasca di raccolta dei *microdreni suborizzontali* che possono captare l'acquifero a quote più basse delle antiche sorgenti, spesso esaurite per diminuzione delle risorse (par.1).

Per servire peraltro acquedotti con maggiori portate i cunicoli idraulici di captazione possono essere realizzati tramite *microtunnel* ovvero talpe con piccole frese di perforazione suborizzontale, ricalcando il predetto caso dell'acquedotto ricavato dalla galleria ferroviaria.

Per inciso tali talpe sono utilizzate anche per realizzare tratti di collettori fognari senza ricorrere a scavi in trincea a cielo aperto, spesso impossibili nei centri abitati o tanto più in terreni franosi.

## 6 - Acqua bene demaniale collettivo e investimenti

La possibilità di realizzare i sani criteri tecnologici predetti rientra nel bilanciamento delle opposte esigenze tra protezione dei diritti fondamentali di *fruibilità domestica* (tipo 50 lt/giorno gratuiti a povero e fontanelle pubbliche) e il *risparmio delle risorse idriche, specie agricole e industriali, con recupero dei costi* (tipo 80€/abitante anno per allineare l'Italia agli investimenti internazionali).

Ciò sia da parte delle municipalizzate sia delle aziende private, per la tutela del *ciclo integrato delle acque* dalla captazione fino alla depurazione, senza conflittualità essendo *separate la titolarità della gestione dalla titolarità della proprietà collettiva demaniale* ovvero di beni inalienabili e incommerciabili (Palazzotto F. 2016). Considerazioni analoghe valgono per le difese, manutenzioni e riqualificazione dei fiumi (Schipani I. 2014) i laghi, le spiagge ([www.steseoetica.it](http://www.steseoetica.it)).

È evidente che l'economia non può crescere in modo indefinito senza rispettare l'ambiente e le speranze fiduciose del prevalere del bene (Laudato sì 2015), per cui urge anzitutto evitare la mercificazione della risorsa idrica, in altre parole i margini di profitto scaturenti dalle bollette, tolte le spese standard, devono essere investiti in riparazioni, adeguamenti e ammodernamenti; come avviato per la raccolta e il riciclo dei rifiuti intercomunali.

Tutto si basa sui predetti risparmi idrici e recupero dei costi sviluppati su capacità di riordino delle competenze pubbliche (Cempella F. 2017, [www.lestradeweb.com](http://www.lestradeweb.com)) ed economie di scala delle spese (tipo riduzione delle stazioni appaltanti: Cottarelli C. 2016, [www.unicattmi.it/cranec](http://www.unicattmi.it/cranec)).

Nessuno mette in discussione che l'aria che respiriamo è "demaniale" ma complessa e ancor più delicata è la legislazione che riguarda la gestione dell'acqua o dei rifiuti: urgono conferenze dei servizi che eliminino i conflitti di competenze/eccessi di regolamenti e sviluppo della prevenzione (par.1) basata su una minore frammentazione dei ruoli tecnici-amministrativi degli enti con la ripubblicizzazione dei poteri-doveri, in modo anche da valorizzare la dedizione di funzionari capaci e onesti ([www.comunivirtuosi.org](http://www.comunivirtuosi.org)).

## Bibliografia

- M. Benedini, *Attualità e prospettive nei problemi delle acque*, Sigea, Rivista Geologia dell'Ambiente 4/2013, pp. 20-28.
- F. Cempella, *Il ruolo dell'amministrazione centrale* Rivista queste istituzioni n° 94, 1993, pp.39-49.
- C. Cottarelli, *La lista della spesa. La verità sulla spesa pubblica italiana e su come si può cambiare* Feltrinelli Editore, 2015, pp.203.
- G. Gisotti, P. Ventura, *Valorizzazione del fiume Turano*, Quaderni speciali di Lumen, 2017, pp.30.
- R. Macrì, *Da un Progetto in Umbria per il risparmio dell'acqua e dell'energia* Staffetta Quotidiana n° 227, 2015, pp. 8-11.
- I. Schipani, *Manutenzione e riqualificazione partecipata dei territori fluviali: problemi e prospettive*, CIRF Centro Italiano per la Riqualificazione Fluviale, Relazione al Convegno "I Contratti di Fiume del Bacino del Turano" Carsoli, 2014, [www.steseoetica.it](http://www.steseoetica.it).
- A. Paoletti, *Acquedotti*, Manuale dell'Ingegnere Nuovo Colombo, Ed 85<sup>a</sup>, Milano Hoepli, 2012 vol. 2 sez. H Idraulica e Costruzioni Idrauliche pp. 104-130.
- A. Schiappelli, F. Sforza, B. Sforza, *Ricerche archeologiche presso la Fonte San Benedetto di Vivaro Romano*, Aequa n° 35, 2008, pp. 63-67.
- F. Palazzotto, *Il diritto di accesso alla risorsa idrica e le sue criticità. Concorrenza, proprietà collettiva demaniale e diritti fondamentali* Relazione al Convegno "Benefit Corporation" a Roma della Fondazione Ut vitam Habeant, 2016, [www.steseoetica.it](http://www.steseoetica.it).