

garden city città giardino citè jardin المدينة الحداثية

# ACQUA COMUNI E TERRITORIO

## Acqua e Garden City

WORKSHOP  
CIHEAM Bari, 1 luglio 2019

A CURA DI:

ANNA RITA SOMMA  
LUIGI SISTO  
NICOLA LAMADDALENA  
WANDA OCCHIALINI



**CIHEAM**  
**BARI**



garden city città giardino cité jardin المدينة الحداثية

# ACQUA COMUNI E TERRITORIO

## Acqua e Garden City

WORKSHOP  
CIHEAM Bari, 1 luglio 2019

A CURA DI:

ANNA RITA SOMMA  
LUIGI SISTO  
NICOLA LAMADDALENA  
WANDA OCCHIALINI



**CIHEAM**  
**BARI**



© CIHEAM Bari, Valenzano, 2020

Edizione fuori commercio

Grafica di copertina a cura di Fabio La Notte

Stampa a cura di Francesco De Girolamo

ISBN 978-2-85352-593-0

Le opinioni espresse sono sotto la responsabilità dei rispettivi autori.

La riproduzione, totale o parziale, del contenuto della pubblicazione è permessa  
previa autorizzazione dell'editore e citandone la fonte.



*Senz'acqua non fiorisce la terra*

Niccolò Tommaseo







### **Si ringraziano**

ORDINE DEI GEOLOGI DELLA PUGLIA - IRSA-CNR - ANCI - AQP - REGIONE PUGLIA - ASSESSORATO INFRASTRUTTURE E MOBILITÀ, LAVORI PUBBLICI, DIFESA DEL SUOLO E RISCHIO SISMICO, RISORSE IDRICHE DELLA REGIONE PUGLIA - ASSET REGIONE PUGLIA - ANCI PUGLIA - SIGEA - UNIVERSITÀ DI FOGGIA - DIPARTIMENTO DI SCIENZE AGRARIE, DEGLI ALIMENTI, E DELL'AMBIENTE DELL'UNIVERSITÀ DI FOGGIA - CONSORZIO DI BONIFICA MONTANA DEL GARGANO - AQUASOIL srl - IRIDRA srl - CREA-AA BARI FONDAZIONE SLOW FOOD - CONDOTTA SLOW FOOD TRULLI E GROTTI AIOS PROTEZIONE CIVILE - CONSULTA COMUNALE DELL'AMBIENTE DI BARI







# SOMMARIO

## **Prefazione**

MAURIZIO RAEI	p.	11
---------------	----	----

## **Saluti**

NICOLA LAMADDALENA	p.	15
LUIGI SISTO	p.	16
WANDA OCCHIALINI	p.	17
ANTONIO LOPEZ	p.	19
ANTONIO DECARO	P.	22
SALVATORE VALLETTA	p.	23

## **Introduzione**

ANNA RITA SOMMA	p.	25
-----------------	----	----

## **Contributi**

VITO FELICE URICCHIO		
<i>Acqua e città: le prospettive delle smart technologies</i>	p.	45
GIUSEPPE VALENTINI		
<i>Acqua comuni territorio: l'impegno di AQP</i>	p.	59
ANTONIO DI FAZIO		
<i>Acqua comuni e geologia</i>	p.	70
GIOVANNI RUSSO		
<i>Acqua comuni e mitigazione del dissesto idrogeologico con tecniche di ingegneria naturalistica</i>	p.	77
ORONZO SANTORO		
<i>Acqua comuni e recupero e riuso dei reflui urbani in agricoltura: impianto di affinamento e lago Forcatella a Fasano</i>	p.	94



MICHELE CHIECO

*Acqua comuni e climatizzazione geotermica:*

*buone pratiche regionali in alcuni comuni della Puglia*

p. 114

GIUSEPPE SPILOTRO, DOLORES FIDELIBUS, ILENIA ARGENTIERO,

RUGGERO ERMINI, ALESSANDRO PARISI, ROBERTA PELLICANI

*Le antiche culture dell'acqua*

p. 132

ANDREA ZOTTI, MICHELE CALDERONI

*Recupero e riuso delle acque reflue urbane:*

*tema centrale nell'agenda della Regione Puglia*

p. 153

MARCELLO MASTRORILLI

*Buone pratiche di water harvesting nel comune*

*di Acquaviva delle Fonti*

p. 156

DANIELE SGARAMELLA

*Acqua comuni e territorio: mitigazione del dissesto*

*idrogeologico. Alcune esperienze in Puglia*

p. 169

PINO CARAMIA

*Acqua comuni e valorizzazione delle fontanine pubbliche:*

*l'esperienza di Martina Franca*

p. 178

MASSIMO MONTELEONE, ANNA RITA BERNADETTE CAMMERINO

*Acqua comuni ed agricoltura: verso città "water sensitive"*

p. 188

ANACLETO RIZZO, RICCARDO BRESCIANI,

NICOLA MARTINUZZI, FABIO MASI

*Acqua comuni e fitodepurazione: fitodepurazione senza fosse settiche*

*alla francese. L'esperienza di Castelluccio di Norcia*

p. 208

GIACOMO PELLEGRINO

*Acqua comuni e protezione civile: per una cultura della prevenzione*

p. 214



# ***Prefazione***







**I**l termine “*Garden City*” menzionato nel titolo di questa pregevole iniziativa potrebbe evocare nei lettori l’omonimo distretto residenziale de Il Cairo, elegante sede di alcune importanti ambasciate, tra cui l’ambasciata italiana in Egitto, che si affaccia su *Corniche El Nile*, l’ampia strada che costeggia la riva orientale del fiume Nilo. E, partendo dalle strade alberate, eleganti e trafficate, che si intersecano nella megalopoli egiziana, la riflessione si trasferisce doverosamente sull’attuale urgenza di armonizzazione del rapporto *tra città, territorio e acqua*.

Da una parte, la crescita demografica e lo sviluppo economico, spesso associati a livelli di inquinamento molto elevati, hanno accresciuto notevolmente la "domanda" di acqua; dall'altra, i cambiamenti climatici stanno modificando le condizioni per un accesso equo e incondizionato alle risorse idriche e stanno creando pesanti problemi proprio a livello urbano con i fenomeni meteorologici estremi, l’aumento del dissesto idrogeologico, ecc.. L’acqua costituisce un diritto fondamentale e irrinunciabile per ogni abitante del nostro pianeta, un elemento essenziale della vita, connaturale alla nostra stessa esistenza: la salute e la sicurezza alimentare dipendono dall’acqua.

Il numero crescente di aree urbane con problemi legati all’acqua dimostra che tale risorsa non è scontata né infinita e che consumare di meno è un’esigenza etica, necessaria ed indifferibile. L’esperienza critica vissuta da Città del Capo in Sudafrica costituisce un monito sulla necessità di aumentare l’attenzione su tali questioni e di continuare a sperimentare soluzioni sostenibili, innovative e socialmente condivise per la gestione delle risorse idriche, sempre più complessa e problematica.

In questo contesto, nel quale tutti sono chiamati a fornire un contributo corale, convinto e senza riserve, le esperienze e le "buone pratiche" di chi si occupa quotidianamente di gestire e preservare le risorse naturali, diventano elementi indispensabili. Le comunità urbane sono chiamate a svolgere con fermezza un ruolo decisivo per una efficiente ed efficace *governance* dell’acqua, orientando le proprie scelte in un’ottica di economia circolare, con un approccio sistemico e multidisciplinare, per la creazione di città sempre più *nature-oriented* e sempre più resilienti.

Il paradigma delle *Garden City* viene dunque proposto e declinato nella consapevolezza che per armonizzare il rapporto tra acqua, comuni e territorio sia necessario agire a più livelli integrando i diversi settori; occorre incrementare



le riforestazioni e le infrastrutture verdi, ridurre l'inquinamento, arricchire le città di parchi, orti e giardini, attuando un'integrazione sostenibile tra città e campagna; occorre *portare la Natura nel cuore della vita delle città*, riconoscere l'importanza sociale ed ambientale dell'agricoltura urbana e periurbana, che attraverso la sua multidimensionalità assolve a compiti non solo di produzione alimentare, ma anche di salvaguardia idrogeologica, di miglioramento della qualità ambientale e paesaggistica, di attivazione di sistemi economici locali virtuosi, in un'ottica di *green economy*.

In tale contesto, si colloca il workshop “*Acqua, comuni e territorio*” promosso dal CIHEAM Bari con un ampio partenariato costituito da enti di ricerca, università, amministrazioni pubbliche, consorzi di bonifica, ordini professionali, associazioni, nella consapevolezza condivisa secondo cui, per una ottimale gestione dell'acqua a livello territoriale, occorre integrare e creare sinergie tra diversi settori, competenze, discipline.

In particolare, nel volume che raccoglie i contributi di questa iniziativa, si evidenzia il ruolo strategico delle *smart technologies*, il valore dell'ingegneria naturalistica, si promuovono esperienze e buone pratiche in diversi campi, tra cui quelli relativi alla gestione dei servizi idrici, al recupero e riuso dei reflui urbani opportunamente trattati in agricoltura, alla mitigazione del dissesto idrogeologico *e dei cambiamenti climatici*, alla climatizzazione geotermica; si evidenzia inoltre il valore dell'acqua pubblica, ricordando la centralità di garantire a tutti la disponibilità e la gestione sostenibile dell'acqua e delle strutture igienico sanitarie, come previsto dall'obiettivo 6 dei *Sustainable development Goals* delle Nazioni Unite e in linea con l'agenda strategica CAPMED 2030 del CIHEAM.

Il leader sudafricano Nelson Mandela ribadiva: “L'acqua è un diritto di base per tutti gli esseri umani: senza acqua non c'è futuro. L'accesso all'acqua è un obiettivo comune. Esso è un elemento centrale nel tessuto sociale, economico e politico del paese, del continente, del mondo. L'acqua è democrazia”. In linea con detta citazione, l'ottimizzazione dell'uso dell'acqua pubblica, mantenendo inalterati gli standard di qualità, spinge quindi verso un equilibrio che può essere raggiunto soltanto dedicando maggiori energie alla ricerca, alla divulgazione di buone pratiche, in un contesto di rinnovata collaborazione pubblico-privato e con il sostegno degli organismi internazionali: una formula valida, di cui il CIHEAM Bari continuerà certamente a farsi promotore.



***Saluti***







**L**uc J.A. Mougeot (2005) definisce l'agricoltura urbana e periurbana come «Un'industria collocata all'interno (intra-urbana) o ai margini (periurbana) di un paese, città o metropoli, che coltiva e cresce, processa e distribuisce una varietà di prodotti alimentari e non, (ri)utilizzando principalmente risorse umane e materiali, prodotti e servizi disponibili all'interno e intorno a quell'area urbana, e a sua volta fornendo risorse umane e materiali, prodotti e servizi principalmente a quella stessa area urbana».

Entro il 2050, nelle aree urbane vivranno 6.3 miliardi di persone mentre la popolazione mondiale arriverà a circa 9 miliardi. In un contesto caratterizzato da crescita della popolazione e cambiamenti climatici, in cui il numero di Paesi in cui sono presenti problemi di disponibilità idrica aumenta, sarà sempre più complesso garantire la sicurezza alimentare e occorrerà sempre più la gestione sostenibile delle risorse idriche e delle aree coltivabili. In questa ottica, l'agricoltura urbana e periurbana, anche se attualmente non ancora valorizzata, potrebbe svolgere un ruolo rilevante e innescare un processo di armonizzazione che coinvolga Città, Natura, Agricoltura sostenibile e Cibo di qualità.

Contribuire a riequilibrare il rapporto tra acqua città e territorio è possibile agendo a più livelli; in un'ottica di green economy l'applicazione dell'economia circolare al settore idrico nelle aree urbane, con recupero depurazione e affinamento delle acque reflue urbane e successivo opportuno riutilizzo, costituisce un aspetto fondamentale.

A tal fine, è necessario mettere a punto delle Buone Pratiche in termini di ricerca e di innovazione orientate agli amministratori, agli agricoltori e ai consumatori, e in termini di innovazione sociale, territoriale e transnazionale. La Commissione Europea sta finanziando numerosi progetti di cooperazione territoriale nel Mediterraneo per sviluppare e testare dette Buone Pratiche oltre che per studiare la possibilità di cambiare il modello di approvvigionamento alimentare delle metropoli.

Il workshop organizzato presso il CIHEAM-Bari, dal titolo *Acqua comuni e territorio*, promuovendo un approccio olistico, ha riunito una serie di esperti multidisciplinari sulla tematica permettendo di dare un contributo rilevante alla discussione.



Luigi Sisto  
*Responsabile Centro Documentale, CIHEAM Bari*



Questo workshop è uno degli eventi organizzati dalla Garden Library del CIHEAM Bari, ed è stato attuato in collaborazione con il dipartimento di Gestione delle risorse idriche e del suolo diretto dall'ing. Nicola Lamaddalena. Ovviamente l'iniziativa segue gli obiettivi della GardenLibrary protesi verso la diffusione della "cultura del giardino", particolarmente opportuna in questo momento storico in cui è fondamentale attuare azioni concrete per la mitigazione dei cambiamenti climatici per la quale le piante hanno un ruolo fondamentale.

Senza dubbio le città sono chiamate a svolgere un ruolo importante per la mitigazione dei fenomeni dovuti ai cambiamenti climatici, per l'affermazione di una economia circolare incoraggiando un nuovo stile di vita dei cittadini. L'attuale grave crisi ambientale deve far riflettere molto seriamente i governi di tutte le città e dei paesi del mondo, e il summit per il clima delle Nazioni Unite che si terrà Settembre 2019 è una occasione importante per prendere decisioni e impegni concreti. Si ritiene, pertanto, opportuno iniziare a lavorare già a livello dei comuni (sia grandi sia piccoli) affinché soprattutto gli amministratori ma anche gli operatori tecnici e i cittadini amplino le loro conoscenze e competenze, accrescano la consapevolezza dell'importanza di promuovere azioni concrete per la diffusione della green economy, delle smart technologies, per l'aggiornamento sulle normative e regolamenti, per la creazione di nuove sinergie; ed è in questa direzione che si orienta l'iniziativa *acqua comuni e territorio*, pensando alle città del futuro come smart e garden cities.

La diffusione della *cultura del giardino* può contribuire concretamente a promuovere cura, armonia, stabilità, condivisione, benessere, valori fondamentali per portare stabilità e pace specie in un'area come quella del Mediterraneo, così travagliata, e fortemente alla ricerca di pace ed equilibrio.

Con l'iniziativa GardenLibrary si vuole dare alla biblioteca del CIHEAM Bari non solo un ruolo di raccolta, catalogazione e accesso ai documenti e pubblicazioni dell'istituto ma anche un ruolo promotore nella diffusione di una cultura più attenta a promuovere attività in armonia con la Natura, la protezione delle risorse naturali, l'agricoltura la pesca e la dieta sostenibile, la valorizzazione della biodiversità, la green economy e anche discipline quali l'ingegneria naturalistica, ecc., per la creazione di garden city; e non a caso il motto della GardenLibrary del CIHEAM Bari è: Garden Library Garden City Garden World.



**N**el volume *Acqua comuni e territorio*, con un riferimento specifico alla garden city, passato e futuro, natura e tecnologia, città e campagna si intrecciano alla ricerca di equilibrio.

Dal passato emergono testimonianze di antiche culture dell'acqua sia in città come Matera sia in particolari edifici dove l'acqua è protagonista a più livelli, come Castel del Monte, in cui, come ci ricorda Giuseppe Spilotro, *“le condense sulle superfici degli ampi saloni venivano accuratamente raccolte e veicolate in un serbatoio sotterraneo”*, o come la Zisa con la Sala della Fontana, a Palermo, frutto dell'incontro tra cultura normanna e ingegneria araba, esempio di architettura bioclimatica straordinaria dove, ancora una volta, l'acqua è protagonista.

Il volume si proietta nel futuro quando si considerano le smart technologies pensando alle smart cities, le città intelligenti. Grazie alle nuove tecnologie è possibile realizzare servizi che impattano in modo sempre più concreto e positivo nella vita dei cittadini. Dispositivi sempre più efficienti, e sempre più al servizio delle persone, della loro salute, della loro protezione entrano a far parte della vita quotidiana.

Vito Felice Uricchio ha evidenziato il ruolo centrale delle smart technologies nel settore della gestione delle risorse idriche in ambito urbano, per il raggiungimento di una qualità ecologica sostenibile, per il monitoraggio e la tutela della risorsa, per rendere l'uso delle risorse più efficiente, per favorire lo sviluppo di prodotti, processi e servizi innovativi con il coinvolgimento dei cittadini e altro ancora.

E poi vi è il tema della garden city, tra passato e futuro, che in questa iniziativa assume un significato e un valore particolare. Pensando al passato si ricorda l'utopia urbanistica dell'architetto inglese Ebenezer Howard per cui il cuore della città doveva essere un giardino, contenente strutture pubbliche quali biblioteca, teatro, municipio; una città in cui lungo l'area perimetrale dovevano collocarsi industrie e abitazioni, così da inglobare in sé l'entità città-campagna (*Garden cities of tomorrow*, 1902).

Il percorso evolutivo che si è affermato nel corso del tempo ha portato alla creazione di città che spesso si sono allontanate dalla Natura ma ora i cambiamenti climatici, l'inquinamento, la pressione demografica, la carenza idrica, il depauperamento delle risorse naturali, richiamano all'urgente *necessità* di dover riequilibrare il rapporto tra città e territorio, tra città e risorse naturali,



tra uomo e natura e per tutto questo il ruolo delle piante è cruciale.

Per le *garden cities del futuro* occorre innanzitutto dotare le città di più verde, riconoscendo il ruolo fondamentale delle piante nella lotta ai cambiamenti climatici, come ci ricorda Stefano Mancuso in *La nazione delle piante* (2019). Nella *garden city del futuro* occorre soprattutto affermare con forza la necessità di una alleanza tra città e Agricoltura sostenibile, tra città e Natura.



Antonio Lopez  
*Già Direttore dell'Istituto di Ricerca sulle Acque  
Consiglio Nazionale delle Ricerche*

**N**ell'ultimo decennio il concetto di resilienza, ossia la capacità di un qualsiasi sistema di adattarsi e/o modificarsi per far fronte a eventi e/o cambiamenti negativi, è entrato prepotentemente nel settore della pianificazione urbanistica e territoriale. Infatti, città e territori possono considerarsi sistemi la cui resilienza, attraverso l'implementazione di idonei strumenti, può essere aumentata al fine di mitigare e/o contrastare i numerosi cambiamenti in atto di natura sociale, economica o ambientale.

Tra questi cambiamenti, i più impattanti sono certamente: il climate-change che oltre a causare il fenomeno delle "isole di calore" nelle città, implica l'aumento del dissesto idrogeologico, del rischio alluvioni, dell'erosione costiera, della desertificazione, della riduzione di beni primari come l'acqua e i prodotti agricoli; l'incessante crescita demografica; il continuo aumento dell'inurbamento delle popolazioni; il progressivo depauperamento di tutte le risorse naturali e, conseguentemente, della loro disponibilità; il crescente divario tra paesi ricchi e poveri.

Il workshop *Acqua Comuni e Territorio* che ha come focus principale le risorse idriche, fornisce l'occasione per presentare esperienze, metodologie, strumenti, tecnologie e buone pratiche implementabili e implementate in città e territori regionali al fine di contrastare gli effetti negativi dei cambiamenti in atto su queste risorse.

Con riferimento alle città, è oramai certo che in un futuro non molto lontano, la vita urbana dovrà adattarsi ai cambiamenti in atto e per assicurare uno sviluppo sostenibile, le città andranno ripensate. Nonostante occupino solo il 2% della superficie terrestre, le aree urbane consumano i  $\frac{3}{4}$  delle risorse a disposizione ad una velocità tale da erodere rapidamente le riserve del pianeta. Si può invertire la rotta solo modificando il modo di pensare, ossia passare da una società dei consumi ad una basata sull'economia circolare. Per far ciò è necessario mettere in comune le energie e adattarsi in maniera agile all'evoluzione del contesto. Amministrazioni, università, aziende e cittadini, tutti possono fare la differenza.

Gli agglomerati urbani dovranno diventare virtuosi nel risparmiare energia, ridurre le emissioni e rendere più agevoli e semplici le condizioni di vita e lavoro al loro interno. Diventa quindi una strada obbligata la trasformazione delle attuali città in "Smart Cities", ossia centri urbani intelligenti, dove grazie alla



tecnologia si possono ottenere trasporti più efficienti e accessibili per i cittadini, risparmi energetici consistenti, un calo drastico delle emissioni inquinanti. Le aree d'intervento in cui è possibile suddividere gli interventi per rendere più intelligente una città sono fondamentalmente: ambiente, mobilità, reti (elettriche, idriche, gas, ecc.) e servizi informativi.

In una smart city, anche l'acqua deve diventare 'intelligente'. Come l'energia ed i trasporti, anche l'acqua può beneficiare di innovazioni che consentono di ridurre le perdite, di razionalizzarne l'uso, il riuso, il recupero e la gestione.

Le città europee stanno affrontando da tempo la questione dei cambiamenti climatici, cercando di rendere l'ambiente urbano più resiliente. Dal nord Europa fino all'area mediterranea sono stati adottati o sono in corso di redazione piani di adattamento al clima, buone pratiche e progetti sperimentali, replicabili in altri Paesi, per la creazione di eco-quartieri resilienti e sostenibili, di ripristino delle rive dei fiumi e delle riqualificazioni delle piazze, sia per ovviare al fenomeno "isola di calore" con soluzioni per il verde urbano, la permeabilità dei suoli, che per favorire il flusso dell'acqua in caso di alluvioni. Un interessante "campionario" di queste esperienze si trova in rete (<https://cittaclima.it/buone-pratiche-adattamento/>).

Circa l'interazione tra città, territori e risorse idriche, è stato osservato come i cambiamenti ambientali e climatici degli ultimi decenni hanno reso evidente la necessità di elaborare un approccio integrato tra la gestione del suolo e quella dell'acqua che consenta di elaborare un adeguato modello di sviluppo sostenibile; al fine di realizzare ciò occorre coinvolgere i diversi soggetti coinvolti nei processi di pianificazione territoriale, ambientale e idrica.

Per garantire un sistema idrico resiliente serve una grande capacità di gestione. È per questa ragione che nel nostro Paese la gestione idrica rappresenta uno dei settori paradigmatici per sperimentare politiche di scala vasta in grado di superare la frammentarietà generata da confini amministrativi che rendono difficile l'elaborazione di una visione sovracomunale anche per quelle risorse, come l'acqua, che per loro stessa natura interessano ambiti territoriali ampi. L'Unione Europea, al fine del superamento dei problemi legati alla settorialità e alla frammentazione decisionale, in diverse direttive, ha proposto agli stati membri di elaborare un approccio integrato.

La storia recente ha dimostrato come le politiche emergenziali siano problematiche per la serie di implicazioni che comportano, a partire dalla tendenza alla compressione ed accentramento delle decisioni, quasi sempre inadeguate a trattare condizioni che, invece, dovrebbero essere affrontate come ordinarie e in termini di prevenzione.

Questa constatazione, insieme a quella dell'estrema complessità delle attuali problematiche ambientali, mette alla prova in modo stringente la capacità di governo dei territori e dell'azione pubblica che si devono confrontare con una pluralità di istanze, facendo convergere conoscenze e competenze diverse, in una



prospettiva di intervento urbanistico-territoriale finora poco sperimentata. Solo un approccio olistico può contribuire alla definizione di efficaci strategie in grado di gestire, mitigare e contrastare i notevoli cambiamenti ambientali, sociali ed economici in atto. È evidente la necessità di raccordare gli strumenti di pianificazione urbanistica con le diverse politiche per la gestione delle risorse idriche per l'efficienza energetica, per l'agricoltura, per l'ambiente, al fine di elaborare progetti e soluzioni per la creazione di comunità sostenibili.



Antonio Decaro  
Presidente ANCI

**A** testimonianza del ruolo che i Comuni svolgono per la tutela della comunità nazionale c'è la continuità intransigente delle battaglie che noi sindaci conduciamo. E nella nostra azione, la rivendicazione di una strategia nazionale per lo sviluppo sostenibile è forse il principale obiettivo che perseguiamo.

I 17 obiettivi del millennio dell'Agenda ONU 2030, l'Agenda Urbana Europea, ma anche le piazze piene di giovani dei *Fridays for Future* ci indicano una direzione chiara: abbiamo tutti il dovere di diffondere la lotta ai cambiamenti climatici investendo in politiche che risparmino le risorse e altrettanto investendo in sensibilizzazione dei cittadini. Il *green new deal* dei prossimi anni non può che passare per un radicale intervento di rigenerazione urbana che preveda la messa in efficienza di edifici pubblici e privati, interventi su boschi e verde urbano, riciclo e riuso delle acque, microgenerazione e generazione diffusa di energia rinnovabile, mobilità dolce e intelligente.

Le città sono già attori di primo piano nello sviluppo sostenibile. Sono i sindaci del *Global Covenant of Mayors* ad animare il movimento per la lotta al cambiamento climatico. Allo stesso modo, sono le città del programma ONU *Making Cities Resilient* a interpretare il ruolo di pioniere nella questione della sicurezza territoriale. Anche in Italia i sindaci, consapevoli delle grandi responsabilità che derivano dal loro ruolo, si sono riuniti nell'impegno della "Carta di Bologna per l'ambiente" che riunisce le città metropolitane in una battaglia comune per attuare gli obiettivi di sviluppo sostenibile. Nella stessa direzione l'impegno che, a settembre scorso, in occasione dell'assemblea dei giovani amministratori, abbiamo promosso attraverso un *Manifesto per l'Italia sostenibile* che individua nove ambiti prioritari di azione in campo ambientale.

Sono tutti tasselli di una strategia che racconta della consapevolezza che noi amministratori abbiamo: prendendo in prestito uno slogan dei ragazzi scesi in piazza a più riprese, possiamo dire che "Non c'è un pianeta B", non abbiamo una Terra di riserva. Per questo volentieri l'associazione dei Comuni che mi onoro di presiedere collabora anche quest'anno al lavoro svolto dal Ciheam di Bari e a questo volume. Uno strumento che ritengo utile per scambiare idee e diffondere buone pratiche, per originare riflessioni e far tesoro di esperienze.

Per esprimere con forza che siamo consapevoli della responsabilità che noi tutti abbiamo: preservare il futuro di questo pianeta, per noi e per chi verrà dopo di noi.



**L**e risorse idriche e il loro stato qualitativo e quantitativo rappresentano un obiettivo strategico generale, pertanto la loro corretta gestione risulta una priorità assoluta, specie in una regione “siticulosa” come la Puglia, pressoché priva di acque superficiali, dove la principale disponibilità risiede nelle acque sotterranee.

Nel tempo, tale serbatoio sotterraneo è andato via via riducendosi in termini quantitativi e qualitativi legati sia al sovra sfruttamento e ai cambiamenti climatici sia alla contaminazione da inquinamento e alla intrusione dell’acqua marina; pertanto, tale risorsa rimane il principale bene strategico e di sviluppo locale, messo a rischio di sopravvivenza dall’utilizzo improprio.

L’Ordine dei Geologi della Puglia è stato sempre attento alla gestione sostenibile di questa risorsa e non ha mai fatto mancare azioni di sensibilizzazione sul tema, intervenendo ripetutamente presso la Regione ed evidenziando l’importante contributo che i professionisti geologi possono apportare alla gestione delle acque sotterranee, soprattutto in termini di circolazione idrica sotterranea, sulla base di una considerevole mole di dati geologici e idrogeologici che ricadono nella sfera delle competenze geologiche.

Oggi, nonostante l’aggiornamento in atto del Piano di Tutela delle Acque da parte della Regione, non si ha ancora una sufficiente conoscenza delle caratteristiche degli acquiferi e risultano del tutto assenti gli approfondimenti sugli acquiferi superficiali che, in alcune aree della regione, rappresentano o possono rappresentare una importante risorsa idrica. Non si dispone ancora di dati sul numero di pozzi né le entità dei prelievi, né possediamo una organica banca dati con ubicazione e informazioni sui punti di emungimento per uso idropotabile, irriguo, industriale, domestico e per usi diversi.

È urgente, pertanto, il potenziamento degli uffici regionali con figure professionali competenti a partire da quella del geologo, l’unico professionista specializzato per la redazione delle relazioni idrogeologiche, partendo dai dati geostratigrafici del territorio, che interpreta e chiarisce le caratteristiche degli acquiferi all’interno dei quali vengono effettuate le ricerche idriche.

In tal senso, l’Ordine continua l’azione di sensibilizzazione presso l’Ente Regione per l’istituzione di una specifica Sezione Geologica, nell’ambito della quale, un apposito servizio con le necessarie competenze geologiche, potrebbe efficacemente operare la sintesi e l’integrazione delle conoscenze in questo campo, e metterle a disposizione dei vari enti locali e dell’intera comunità.



L'acqua sotterranea, la più importante georisorsa rinnovabile che possediamo, deve essere considerata ad elevato rischio sotto molti punti di vista e abbiamo il dovere morale, oltre che normativo, di usarla in maniera sostenibile, al fine di preservarla e di garantirne nel tempo la conservazione nei suoi equilibri naturali; equilibri molto delicati che vedono il sovra sfruttamento della risorsa (nel Tavoliere i livelli piezometrici di alcune zone sono diminuiti anche di diverse decine di metri) e il degrado della stessa a partire dal progressivo aumento della contaminazione salina delle acque in una fascia costiera sempre più ampia (con fenomeni più vistosi nel Salento).

L'utilizzo delle acque sotterranee - anche per realizzazione di impianti geotermici - rappresenta una ulteriore risorsa, ancora poco sfruttata nella regione ma senz'altro da valorizzare in quanto si integra efficacemente nei sistemi green raffrescamento e riscaldamento degli edifici.

I geologi sono a disposizione per offrire il proprio contributo per un rinnovato approccio nell'utilizzo e gestione della risorsa idrica sotterranea, senza attendere l'emergenza della prossima crisi idrica regionale.



# INTRODUZIONE

Anna Rita Somma

## 1. Il workshop Acqua comuni e territorio

I cambiamenti climatici in atto pongono sempre più al centro delle preoccupazioni delle comunità i temi relativi all'acqua in tutte le sue forme, il corretto uso di questa e delle altre risorse naturali, la disponibilità d'acqua dolce, i problemi relativi al dissesto idrogeologico e più in generale quelli provocati dall'azione dell'acqua. I comuni, piccoli medi o grandi che siano, sono chiamati a svolgere un ruolo sempre più decisivo nella gestione sostenibile delle risorse e in particolare dell'acqua, orientando le proprie scelte, in un contesto complesso, con un approccio sempre più *Nature-oriented*, sistemico e multidisciplinare, verso una sempre maggiore armonizzazione del rapporto tra città e territorio, tra città e agricoltura, tra produzioni e consumi sostenibili, e per le aree urbane costiere tra città e mare.

In quest'ottica si inserisce l'iniziativa *acqua comuni e territorio* che è stata realizzata con il coinvolgimento di Ordine dei Geologi della Puglia, Istituto IRSA-CNR, ANCI, ANCI Puglia, Acquedotto Pugliese, Assessorato infrastrutture e mobilità, lavori pubblici, difesa del suolo e rischio sismico risorse idriche della Regione Puglia, ASSET Regione Puglia, Aquasoil Srl, IRIDRA Srl, SIGEA, Dipartimento di Scienze Agrarie, degli Alimenti e dell'Ambiente dell'Università di Foggia, Consorzio di Bonifica Montana del Gargano, CREA-AA Bari, Condotta Slow Food Trulli e Grotte, AIOS Protezione Civile, Consulta Comunale dell'Ambiente di Bari. Il workshop ha rivolto attenzione al tema *acqua comuni e territorio* riconoscendo le aree urbane quali luoghi particolarmente critici per i problemi legati all'acqua in relazione ai bisogni dei cittadini, alle attese, alla sempre maggiore concentrazione della popolazione nelle grandi città, ai preoccupanti cambiamenti climatici; sono le città che contribuiscono maggiormente ai cambiamenti climatici e soprattutto nelle città pesano gli effetti di tali cambiamenti, ed è qui che occorre operare maggiormente per ridurre gli sprechi, l'inquinamento, per attuare azioni concrete per la mitigazione dei cambiamenti climatici, per la mitigazione del dissesto idrogeologico, per compiere nel complesso i passi necessari per l'affermazione della sostenibilità a tutti i livelli. Con tale iniziativa essenzialmente si è voluto:



- *creare un luogo d'incontro per condividere idee, riflessioni, per confrontarsi, riconoscendo smart technologies, buone pratiche, esperienze, fondamentali per poter contribuire alla creazione di città sempre più impegnate nella ricerca dell'armonia con la Natura, nella gestione ottimale delle risorse e in particolare dell'acqua, per città sempre più consapevoli, sicure, resilienti;*
- *promuovere un approccio il più possibile olistico per trattare il tema acqua aree urbane e territorio;*
- *promuovere un orientamento culturale, racchiuso nel motto Garden Library Garden City Garden World, per la diffusione della cultura del giardino, intesa come cultura dell'armonia tra città e Natura, cultura del benessere, della condivisione, per la creazione di città sempre più inclusive, biofile, sempre più Nature-oriented, ricche di parchi, foreste, orti e giardini, orientate a divenire luoghi del benessere.*

Per innescare processi virtuosi nell'armonizzazione del rapporto tra acqua città e territorio, occorre agire a più livelli, nel rispetto delle peculiarità locali, quali geodiversità e biodiversità. In ogni città occorre integrare, in un'ottica di green economy, le politiche dell'acqua con quelle forestali, rurali, alimentari, urbanistiche, energetiche, educative, economiche, ecc., finalizzando tutto a sostenibilità e benessere. Occorre attuare la protezione di quello che è stato definito il capitale naturale, contribuire alla mitigazione dei cambiamenti climatici, progettare città resilienti, attuare riforestazioni e adeguate infrastrutture verdi, diffondere la cultura della protezione civile; occorre promuovere sistemi alimentari e diete alimentari sostenibili con politiche di orientamento dei consumatori e, più in generale, affermare modelli di produzione e consumo, organizzazione, gestione e trasporto realmente sostenibili; è evidente la necessità di promuovere l'educazione ambientale, la riduzione dell'inquinamento, la diffusione della cultura del risparmio idrico nei diversi settori da quello domestico a quello in agricoltura. È necessario arricchire di parchi orti e giardini le città. Occorre portare la Natura nel cuore delle città, riconoscendo che le radici delle città affondano nella Natura, considerando la Natura come modello, come fonte di ispirazione, come fonte di benessere fisico e spirituale; (fig. 1. *Schema: Acqua e Garden City*). Il Workshop, in particolare, ha concentrato l'attenzione solo su alcuni dei molteplici aspetti da analizzare quando si considera il tema acqua comuni e territorio.



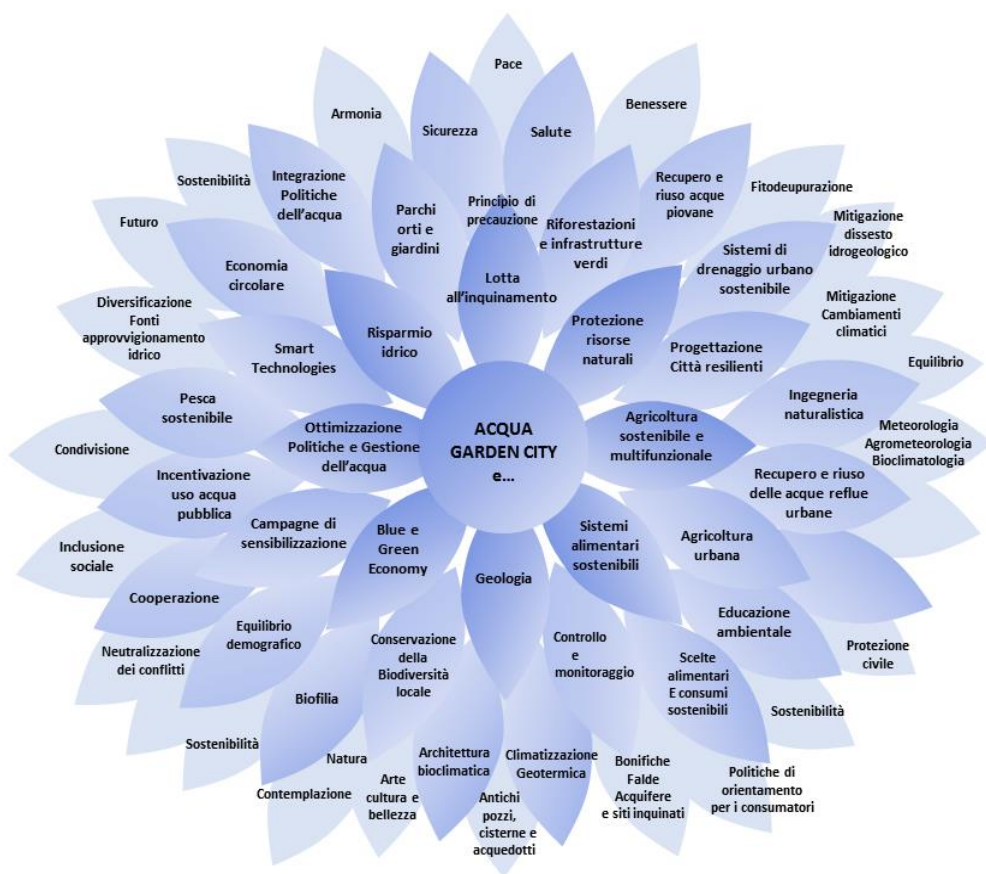


Fig. 1. Schema: Acqua e Garden City



In particolare gli argomenti trattati hanno riguardato i seguenti temi generali:

- *acqua comuni e smart technologies;*
- *acqua comuni e gestione dei servizi idrici;*
- *acqua comuni e geologia;*
- *acqua comuni e ingegneria naturalistica;*
- *acqua comuni e mitigazione del dissesto idrogeologico;*
- *acqua comuni ed economia circolare;*
- *acqua comuni e climatizzazione geotermica;*
- *antiche culture dell'acqua e comuni;*
- *acqua comuni ed agricoltura;*
- *acqua comuni e valorizzazione delle fontanine pubbliche;*
- *acqua comuni e fitodepurazione;*
- *acqua comuni e protezione civile.*

È evidente che il rapporto tra acqua, centri urbani e territorio è un rapporto particolarmente complesso, caratterizzato da una complessità a più livelli, intrinseca e relazionale nella consapevolezza che da considerare vi sono: la complessità intrinseca della natura dell'acqua, quella del ciclo dell'acqua e dei bacini idrografici; a queste si aggiungono la complessità della gestione dell'acqua nelle aree urbane e la complessità stessa delle aree urbane legata ad esempio alla diversa localizzazione, vocazione, modalità di espansione, di evoluzione, alle diverse caratteristiche geologiche del territorio, ecc.; da considerare vi sono poi la complessità del rapporto tra cambiamenti climatici e aree urbane e l'estrema complessità dei problemi legati all'inquinamento. A tutto questo si somma la complessità umana e l'incomprensibile difficoltà ad apprendere dagli errori del passato. Le drammatiche esperienze, frutto di scelte umane sbagliate, di Hiroshima e Nagasaki, di Chernobyl e quella più recente di Fukushima, in cui non si sa più dove mettere l'acqua contaminata utilizzata per raffreddare i reattori nucleari danneggiati dal disastro naturale del 2011, avrebbero dovuto condizionare in modo netto le scelte di tutti i governi, e invece sembrano non aver insegnato nulla.

## 2. garden city città giardino cité jardin المدينة الحداثية

Oggi si sta assistendo ad un autentico dispiegamento creativo in molte città alla ricerca di soluzioni, sempre più rispettose della Natura, per i diversi problemi ambientali, compresa la complessità dei problemi relativi all'acqua. La lotta ai cambiamenti climatici è fondamentale e per questa occorrono azioni concrete come evidenziato nell'agenda 2030 dell'ONU, in particolare, con l'obiettivo 13.



Pensando al tema **acqua comuni e cambiamenti climatici** significativa è l'esperienza di Bologna che già da tempo si è attivata riguardo azioni concrete da realizzare per il futuro. La città di **Bologna**, in collaborazione con Kyoto Club, Ambiente Italia e ARPA Emilia-Romagna, con il progetto BLUE AP è stata tra le prime città in Italia ad attivarsi per la creazione di un *Piano di adattamento al cambiamento climatico* (<http://www.blueap.eu/site/>).

*In particolare sono stati individuati tre settori critici: siccità e carenza idrica, ondate di calore, eventi estremi e rischio idrogeologico, e per ciascuno di essi sono stati definiti gli obiettivi e le azioni da compiere necessarie per il raggiungimento di essi. Diversi i documenti già elaborati tra cui: "Blue ap project buone pratiche di adattamento", il quale mette in evidenza che "le misure in grado di migliorare la capacità di adattamento agli effetti dei cambiamenti climatici in ambito urbano fanno riferimento a diverse tipologie d'intervento che vanno dal greening urbano di strade ed edifici, al miglioramento del drenaggio del terreno, al risparmio idrico. Per quanto riguarda il verde: parchi periurbani, alberature stradali, percorsi a pergolato, tetti verdi, pareti verdi, verde di balconata. Per quanto riguarda le acque: pavimentazioni permeabili, sistemi urbani di drenaggio sostenibile, raccolta e riuso delle acque di pioggia, separazione trattamento e riutilizzo delle acque grigie, erogatori e WC a basso consumo"* (<http://www.blueap.eu/site/documenti/>).

Numerose sono le città italiane che hanno aderito al **patto dei sindaci**; si tratta di un movimento europeo, nato nel 2008, costituito da migliaia di enti locali, un movimento che si sta espandendo in tutto il mondo coinvolgendo realtà del Nord America, America Latina e Caraibi, Cina e Asia sud-orientale, India e Giappone. *"I firmatari del Patto s'impegnano ad adottare un approccio integrato alla mitigazione e all'adattamento ai cambiamenti climatici. Sono tenuti a sviluppare, entro i primi due anni dall'adesione, un Piano d'Azione per il Clima e l'Energia Sostenibile con l'obiettivo di ridurre le emissioni di CO2 di almeno il 40% entro il 2030 e aumentare la resilienza ai cambiamenti climatici"*. Ad oggi all'iniziativa hanno aderito oltre 7000 enti locali e regionali.

(<https://www.pattodeisindaci.eu/about-it/la-comunit%C3%A0-del-patto/firmatari.html>)

Nella lotta ai cambiamenti climatici la riduzione delle emissioni è fondamentale ma da sola non basta; occorre agire a più livelli e, particolarmente importante è il ruolo svolto dalle piante. Nel pianeta della vita le leggi sono dettate dalla Natura, e in esso, le città davvero intelligenti sono quelle in cui la tecnologia è al servizio della Natura, Le città del futuro sono sempre più integrate nella Natura, sono rivestite di verde, di orti e giardini, circondate da foreste, orti e frutteti, sono sempre più attente all'agricoltura, alla pesca e all'alimentazione sostenibile, alla lotta all'inquinamento, e pongono un'attenzione sempre maggiore alla conservazione e valorizzazione delle proprie risorse naturali, alla conservazione della biodiversità locale.



Nel pianeta della vita il potere delle piante è enorme. Stefano Mancuso ricorda che: “la maggior parte dei problemi che affliggono l’umanità oggi, sono collegati al pericolo ambientale e rappresentano solo gli innocui prodromi di ciò che verrà se non l’affronteremo con la dovuta fermezza ed efficienza. Le piante possono aiutarci. Soltanto loro sono in grado di riportare la concentrazione di CO<sub>2</sub> a livelli inoffensivi. Le nostre città ospitando il 50% della popolazione mondiale (nel 2025 si arriverà al 70%) sono anche i luoghi responsabili della maggior produzione di CO<sub>2</sub>. Dovrebbero essere completamente coperte di piante. Non soltanto negli spazi deputati: parchi, giardini, viali, aiuole, ecc. ma dappertutto, letteralmente: sui tetti, sulle facciate dei palazzi, lungo le strade, su terrazze, balconi, ciminiere, ecc.” (Mancuso, 2019).

Riguardo la capacità di assorbimento della CO<sub>2</sub> da parte delle piante, vorrei evidenziare i risultati di uno studio condotto dall’Istituto di Biometeorologia (IBIMET) del CNR di Bologna (tab. 1). Concentrando l’attenzione sulla capacità di sequestro della CO<sub>2</sub> da parte di alcune specie arboree; dalla tabella 1 emerge l’ottima capacità di assorbimento di CO<sub>2</sub> da parte di diverse specie arboree e in particolare di *Acer plantanoides*, *Quercus Cerris* e *Betula pendula* Youngii.

In tutto il mondo si stanno moltiplicando i progetti di riforestazione che riguardano un numero sempre maggiore di città; alcuni esempi sono evidenziati nella tabella 2.

Capacità potenziale di mitigazione ambientale: MEDIA BUONA OTTIMA						
SPECIE	SEQUESTRO TOTALE DI CO <sub>2</sub> PER Pianta in 20 anni di impianto (tonnellate)	EMISSIONE DI VOC µg/g peso secco fogliare/ora	FORMAZIONE POTENZIALE DI OZONO g di O <sub>3</sub> /pianta/giorno	ASSORBIMENTO DI INQUINANTI GASSOSI	CATTURA DI POLVERI	CAPACITÀ DI MITIGAZIONE
<i>Acer platanoides</i>	3.8 †	< 1	< 1	Alto	Medio	OTTIMA
<i>Crataegus monogyna</i>	0.4 †	< 1	< 1	Medio	Alto	BUONA
<i>Quercus cerris</i>	3.1 †	< 1	< 1	Alto	Medio	OTTIMA
<i>Catalpa bungei</i>	0.4 †	< 1	< 1	Basso	Medio	MEDIA
<i>Cercis siliquastrum</i>	0.4 †	1-10	1-10	Medio	Alto	MEDIA
<i>Parrotia persica</i>	1.7 †	1-10	1-10	Alto	Alta	BUONA
<i>Betula pendula</i> Youngii	3.1 ton	< 1	< 1	Alto	Medio	OTTIMA
<i>Ginkgo biloba</i>	2.8 ton	< 1	< 1	Alto	Alto	OTTIMA
<i>Tilia platyphyllos</i>	2.8 ton	< 1	< 1	Alto	Alto	OTTIMA

Tab. 1. Capacità potenziale di mitigazione ambientale di alcune specie arboree

Fonte: Istituto di Biometereologia IBMET del CNR di Bologna

<http://www.bo.ibimet.cnr.it/repository/forestazione-urbana-schede/view>

In tutto il mondo si moltiplicano i progetti per città più green.

A **Bratislava** in Slovacchia, per la tutela delle risorse idriche si stanno attuando azioni di adattamento climatico. In particolare “Le principali azioni



*intraprese riguardano l'aumento delle infrastrutture verdi, il rinverdimento di alcune aree, la realizzazione di tetti verdi, impianti di accumulo dell'acqua piovana per ridurre il dilavamento e per scopi di irrigazione, nuovi sistemi di drenaggio sostenibili” (Legambiente. Città clima).*

STIMA	RIFERIMENTO BIBLIOGRAFICO
Sequestro di carbonio da parte delle foreste urbane di alcune centinaia di Kg di carbonio per ettaro per anno (diverse città degli Stati Uniti)	Nowak D.J. e D.E. Crane, 2002. Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA. <i>Environmental Pollution</i> , 116: 381-389
Progetto MillionTreesNYC, che prevede l'impianto di un milione di alberi nella città di New York con uno stoccaggio di carbonio stimato solamente per sequestro netto diretto di oltre 1500 t/anno	Morani A. et al., 2010. How to select the best tree planting locations to enhance air pollution removal in the MillionTreesNYC initiative. <i>Environmental Pollution</i> 159:1040-1047
Sequestro di carbonio tra le 17 t/ha (aree con maggiore densità di alberi) e 1 t/ha (aree con scarsa copertura arborea) (diverse aree residenziali a Liverpool)	Whitford, V., et al., 2001. City form and natural process—indicators for the ecological performance on urban areas and their application to Merseyside, UK. <i>Landscape Urban Planning</i> . 57: 91–103.
Stima della capacità di assorbimento dei gas serra da parte dei 28,43 Km <sup>2</sup> di spazi verdi, alberi e masse arbustive all'interno dei confini amministrativi della città di Barcellona pari a circa 4 milioni di tonnellate di CO <sub>2</sub> eq./anno	F. Baró, L. Chaparro, E. Gómez-Baggethun, J. Langemeyer, D. J. Nowak J. Terradas, 2014. Contribution of Ecosystem Services to Air Quality and Climate Change Mitigation Policies: The Case of Urban Forests in Barcelona, Spain. In <i>AMBIO A Journal of the Human Environment</i> . 43: 466-479.
Stime (ottenute con diverse metodologie) di 160 t/anno di CO <sub>2</sub> sequestrata dagli alberi del Parco Ducale di Bologna; 54 t/anno di carbonio per gli alberi di Villa Borghese a Roma	Calfapietra C. et al., 2011. La foresta urbana per l'abbattimento di CO <sub>2</sub> . CNR e Università di Firenze
Sequestro di carbonio da parte degli alberi all'interno del Grande Raccordo Anulare (Roma) stimato in oltre 2000 t/anno	Attorre, F., e Bruno, F., 2010. Servizi ecologici e valore economico degli spazi verdi urbani. In “La gestione della natura negli ambienti urbani”. A cura del WWF e del MATTM: 170-178

Tab. 2. Stime relative al sequestro di CO<sub>2</sub> da parte degli alberi in diverse città, ottenute applicando specifici modelli (ISPRA, 2015)

(<http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/manuali-lineeguida/MANUALE1292015.pdf>)

Da **Essen** in Germania giunge una testimonianza concreta di come il cambiamento sia possibile anche partendo da situazioni di grave inquinamento. Città un tempo altamente inquinata a causa di un'intensa attività industriale legata alla presenza di miniere di carbone, Essen, grazie ad una trasformazione alla base della quale si è stabilito un patto con la Natura, è divenuta European Green Capital nel 2017. Tanti i progetti di riqualificazione realizzati nella città, tra cui il progetto dello studio italiano Land di Adreas Kipar per la realizzazione del Krupp Park che “*si colloca in un'ex-area industriale di circa 22 ettari a nord ovest della città di Essen, nella Ruhr, potendo così includere e collegare il nuovo*



*Krupp Boulevard con il Thyssen Krupp Headquarter. Il progetto discende dalla visione strategica dei Raggi Verdi mutuata da quella di Milano e trovando in questo luogo un suo secondo campo di applicazione. Qui tre raggi legati alle tematiche di natura, cultura e acqua, partono dai pressi del lago Baldeney, zona dallo spiccato carattere naturalistico a sud della città, e si estendono verso nord, verso il fiume Emscher, rivitalizzando una porzione di territorio che per decenni è stata segnata da intense attività estrattive e industriali.”* (<https://www.aiapp.net/krupp-park-essen-germania/>).

Anche **Istanbul**, città simbolo dei tulipani, con oltre 15 milioni di abitanti, è protagonista nella lotta ai cambiamenti climatici e punta a un incremento significativo delle aree verdi nei prossimi anni, oltre che a realizzare cospicui investimenti nel campo delle energie rinnovabili in una visione biofila positiva e creativa del futuro.

Nella lotta ai cambiamenti climatici da segnalare la CNCA il circuito della *Carbon Neutral Cities Alliance* a cui appartengono diverse città tra cui **Copenhagen** che punta a divenire la prima capitale ad emissione zero nel 2025. Uno dei progetti più ambiziosi per la mitigazione dei cambiamenti climatici è quello della realizzazione di una *forest city* in Cina: la **Liuzhou Forest City** progettata dallo studio italiano Stefano Boeri Architetti e che *“ospiterà circa 40.000 alberi e 1 milione di piante appartenenti a più di 100 specie diverse”*(...) *“sarà infatti in grado di assorbire ogni anno circa 10.000 tonnellate di CO<sub>2</sub> e 57 tonnellate di polveri sottili, producendo nel contempo circa 900 tonnellate di ossigeno e combattendo così il grande problema dell’inquinamento atmosferico in maniera efficace e profonda grazie alla moltiplicazione delle superfici vegetali e drenanti urbane. La diffusione delle piante non solo lungo i viali, nei parchi e nei giardini, ma anche sulle facciate degli edifici, consentirà infatti a una città già progettata in maniera autosufficiente dal punto di vista energetico di contribuire a migliorare la qualità dell’aria, di ridurre la temperatura media dell’isola di calore urbana, di generare una barriera al rumore e di aumentare la biodiversità delle specie viventi, generando un ricco ecosistema di spazi vitali per gli uccelli, gli insetti e i piccoli animali che già abitano il territorio che circonda Liuzhou”*. (<https://www.stefanoboeriararchitetti.net/project/liuzhou-masterplan-2/>)

In Africa sono numerosi i progetti di riforestazione. A **Tunisi** è stata recentemente inaugurata la prima foresta urbana della città. Sempre in Africa un progetto, che giustamente è stato definito epico, è la creazione di un *great green wall*, una grande barriera verde lunga circa 8000 Km contro i cambiamenti climatici, per arginare l’avanzata del deserto. Un progetto che coinvolge oltre 20 paesi e che sta dando una speranza concreta per milioni di persone (fig. 3).

Pensando al tema **acqua comuni e tecnologie naturali** o ispirate dalla Natura, va ricordato che tra le tecnologie naturali vi è quella della fitodepurazione. Sono sempre più numerosi i centri urbani in cui sono presenti impianti per la fitodepurazione. In un precedente convegno organizzato da chi



scrive, presso CIHEAM Bari ([www.gardenlibrary.iamb.it](http://www.gardenlibrary.iamb.it)) sono stati illustrati da Giulio Conte per IRIDRA Srl alcuni esempi di impianti di fitodepurazione realizzati in diverse località sia in Italia che all'estero e in particolare in un agriturismo a **Villore** in Italia, nel piccolo villaggio di **Sarra** in Palestina, in un college nella città di **Pune** in India. Inoltre, sempre nello stesso convegno, è stata presentata da Giovanni Damiani una carta per la fitodepurazione elaborata nella regione Abruzzo oltre che diversi casi di impianti di fitodepurazione realizzati nei piccoli comuni abruzzesi di **Aielli**, **Pettorano sul Gizio**, e **Prata D'Ansidonia**, in provincia dell'Aquila. La fitodepurazione è una tecnologia utilizzata soprattutto nel trattamento dei reflui urbani provenienti da piccoli comuni, o per il trattamento di reflui in villaggi turistici, agriturismi, ecc.; questa tecnologia può essere applicata anche nell'ambito di progetti di bonifica di ex-aree industriali, evidenziando ancora una volta il potere straordinario della Natura. (<http://www.igidra.eu/it/>)



Fig. 3. La grande muraglia verde che si sta creando in Africa tra il Senegal e Djibouti contro i cambiamenti climatici

Fonte: <https://www.greatgreenwall.org/results>

Sono in aumento anche le esperienze di applicazioni tecnologiche ispirate alla Natura come ad esempio il progetto Bromelia; la Bromelia, una pianta con il fusto cavo capace di raccogliere acqua, ha ispirato un architetto italiano Daniele Lauria nella realizzazione di una sorta di grandi fiori tecnologici capaci di raccogliere acqua piovana per poi essere riutilizzata. Il progetto è stato presentato nel corso Water Watch Summit presso la Fondazione Giangiacomo Feltrinelli nel 2018. I primi esempi di questi grandi fiori tecnologici, in grado anche di riparare dal sole, sono stati realizzati in sud America nell'ambito di un progetto di riqualificazione e rilancio della città di **Bélem do Para**, e successivamente anche in altri paesi (<https://www.studiolauria.net/>).



Non solo recupero dell'acqua piovana ma anche recupero dell'acqua dall'aria; nella diversificazione delle fonti di approvvigionamento idriche il recupero dell'acqua dall'aria sta assumendo un interesse crescente. Straordinaria l'esperienza dell'organizzazione no profit Warka Water che si concentra sulla ricerca di soluzioni realmente sostenibili per risolvere alcuni dei problemi più significativi delle comunità umane combinando *“conoscenza e risorse locali, design visionario e tradizioni antiche”*. L'organizzazione è stata fondata dall'italiano Arturo Vittori la cui avventura è cominciata con la scoperta di **piccoli villaggi dell'Etiopia** privi di acqua potabile. *“Gli abitanti del villaggio vivono in un bellissimo ambiente naturale ma spesso senza acqua corrente, elettricità, servizi igienici”*. Il primo progetto realizzato è stato il Warka Tower è *“una struttura verticale progettata per raccogliere acqua potabile dall'aria, fornendo una fonte d'acqua alternativa per le popolazioni rurali che hanno difficoltà di accesso all'acqua potabile”*. Successivamente sono nati altri progetti sempre con l'intento di facilitare la vita e così, dopo il Warka Tower, sono nati il Warka House, il Warka Solar in grado di fornire oltre che acqua anche energia elettrica per piccoli usi quali quelli del cellulare e il Warka Garden, che combina disponibilità d'acqua con la creazione di micro orti. Dopo l'installazione della prima Warka Tower in Etiopia all'inizio del 2015, l'esperienza si sta estendendo in altri Paesi quali Haiti, Togo, Colombia, Brasile, India, ed altri ancora.  
(<http://www.warkawater.org/>)

**Acqua comuni e sistemi alimentari sostenibili** è un tema cruciale per la creazione di comunità sostenibili, per le quali occorrono sistemi alimentari che nel complesso abbiano un basso impatto sulle risorse naturali disponibili e quindi anche sull'acqua. La Dieta Mediterranea ricca di frutta e verdura di stagione, caratterizzata dal consumo di prodotti locali, con un ridotto consumo di carne, fa bene non solo alla salute dell'essere umano ma anche a quella dei territori in cui è praticata correttamente, attivando un circuito virtuoso tra consumi e produzioni locali sostenibili. Essa infatti *“è stata riconosciuta per avere un basso impatto ambientale rispetto ad altre diete sia in conseguenza del suo approccio basato sulla frugalità e sobrietà sia perché utilizza meno prodotti animali che hanno un forte impatto sui suoli, sulle risorse idriche e sulle emissioni di gas ad effetto serra”* (CIHEAM Bari, 2019).

Il tema dei sistemi alimentari sostenibili, con tutti i componenti della filiera dalla produzione agricola al consumo, è un tema a cui dedicare massima attenzione; è evidente che le scelte alimentari corrette (o sbagliate) di milioni e milioni di cittadini hanno un peso significativamente positivo (o negativo) nell'ambiente di appartenenza e in particolare sulla sostenibilità ecologica, economica, sociale. *Strategie verso sistemi alimentari più sostenibili nel Mediterraneo*, è il tema della seconda conferenza mondiale *Revitalization of Mediterranean Diet* tenutasi a **Palermo** in cui si è evidenziato il prezioso ruolo della Dieta Mediterranea anche *“per raggiungere gli obiettivi di sviluppo sostenibile*



*nella regione mediterranea nell'ambito dell'agenda 2030 dell'ONU", considerando che "il Mediterraneo è il luogo dove più di ogni altro, si concentrano e si amplificano i problemi legati alla sostenibilità quali il cambiamento climatico, la crescita demografica, la perdita di biodiversità, la pressione sulle risorse naturali, l'erosione dei suoli, la forte dipendenza dall'energia fossile, la manodopera a basso costo, la scarsità e l'inquinamento delle risorse idriche, la migrazione, l'alta dipendenza dalle importazioni"* (CIHEAM Bari e Forum Mediterranean Food Cultures, 2019). Dunque fondamentale nei prossimi anni sarà l'attuazione di politiche per contribuire ad orientare le scelte dei cittadini verso abitudini alimentari, consumi, stili di vita, più consapevoli e sostenibili, che abbiano come effetto ricadute positive sia sulla salute degli esseri umani che sulla salute degli ecosistemi, a cominciare dagli agroecosistemi nei territori di appartenenza. Nell'attivazione di un circuito positivo tra consumo e produzione di alimenti locali, sani e sostenibili, utilizzando il cosiddetto approccio SCP (consumi e produzioni sostenibili), come auspicato nella conferenza di Palermo, i comuni possono giocare un ruolo strategico a più livelli. Interessanti sono le esperienze di alcune città che si stanno muovendo in tale direzione. Si pensi ad esempio al Patto Urban Food Policy di **Milano**, orientato alla realizzazione di Pratiche Alimentari Urbane per garantire sistemi alimentari sostenibili.

Nell'ambito del tema **acqua comuni e salute** di rilievo è l'esperienza realizzata a **Milano** dal Gruppo CAP, *"primo in Italia ad adottare il Water Safety Plan introdotto dalla normativa europea. Il WSP nasce dalla collaborazione tra università, centri di ricerca, enti locali, autorità ambientali e sanitarie, con un approccio trasversale e multidisciplinare, e una intensa sperimentazione sul campo. Il Water Safety Plan è un modello già previsto dalla legislazione europea e la cui adozione diventerà presto obbligatoria nei singoli Stati. L'obiettivo del WSP infatti è rendere ancora più sicura l'acqua del rubinetto, rivoluzionando il sistema dei controlli sull'acqua potabile, con un modello che prevede un sistema globale di gestione del rischio esteso all'intera filiera idrica, dalla captazione all'utenza finale. Il nuovo approccio consente di decidere insieme alle autorità sanitarie e alle altre autorità competenti, sulla base di una concreta e puntuale valutazione dei rischi, quali parametri monitorare con più frequenza, o come estendere la lista di sostanze da tenere sotto controllo in caso di preoccupazioni per la salute pubblica. Tutto per garantire un'acqua ancora più di qualità e sicura sulla quale i controlli non sono solo puntuali e continui, come avviene già adesso, ma anche ritagliati sulle caratteristiche della falda e del territorio, anche grazie al dialogo con i Comuni e con i cittadini. Nei tre comuni pilota del sistema acquedottistico legnanese (**Legnano, Cerro Maggiore, San Giorgio su Legnano**) sono state installate sonde parametriche e analizzatori in continuo che consentono un monitoraggio costante dei dati, superando il tradizionale sistema basato su prelievi e analisi"*. (<https://www.gruppocap.it/>).



Pensando al tema **acqua città ed economia circolare**, l'esperienza di **Singapore** ha fatto scuola in tutto il mondo, in particolare nella gestione del settore idrico per l'ottenimento di acqua potabile da acque reflue urbane opportunamente depurate ed affinate. Una esperienza che ricorda che dove c'è una comunità umana c'è acqua. Anche in Puglia a **Fasano** l'Aquasoil (<https://www.aquasoil.it/it/>) ha creato un piccolo gioiello tecnologico nel campo dell'economia circolare applicata al settore idrico, segnalato come buona pratica anche in ambito europeo con il report *Water Reuse Europe Review 2018*.

Sempre delicatissimo è il tema **acqua città e cooperazione**; si pensi ad esempio alla capitale egiziana **Il Cairo** e al Nilo, il suo fiume che da sempre alimenta la vita, la storia, l'economia di questa metropoli. Il Nilo è il più importante fiume africano e, prima di sfociare nel mar Mediterraneo, scorre attraversando diversi Paesi: Burundi, Ruanda, Tanzania, Uganda, Sudan del Sud, Sudan, Egitto. In Sudan, a Khartum, si incontrano, per poi viaggiare insieme fino al mar Mediterraneo, le acque del Nilo Azzurro proveniente dal lago Tana in Etiopia e le acque del Nilo Bianco proveniente dal lago Vittoria in Uganda a sua volta alimentato da diversi fiumi tra cui il principale è il Kagera; bastano queste poche informazioni per comprendere la complessità dell'immenso bacino idrografico del Nilo, la complessità del rapporto tra il Nilo e Il Cairo, il peso dei cambiamenti climatici e la delicatezza che occorre nella gestione di tutto questo compreso il ruolo fondamentale della cooperazione tra i diversi paesi attraversati dal fiume per assicurare un uso responsabile e sostenibile della risorsa da parte di tutti. Come ricorda Cosimo Lacirignola in *Preziosa più del Petrolio*: *“La strada obbligata è quella che porta all'uso sostenibile delle risorse naturali. Le condizioni necessarie sono: l'approfondimento delle conoscenze scientifiche, finalizzato a migliorare l'efficienza nell'uso delle risorse; l'intervento sui fattori di crisi, in particolare quelli economici e quelli socio-istituzionali; una cooperazione internazionale sostenuta da un forte spirito di solidarietà”* (Lacirignola, 2000).

A **Dubai**, negli Emirati Arabi, per l'Esposizione Universale 2020 con lo slogan Connecting Minds, Creating the Future, centrale sarà il tema della sostenibilità. (<https://www.expo2020dubai.com/en/discover/sustainability>).

Un'iniziativa che coinvolgerà oltre 190 Paesi di tutto il mondo, e in cui il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità è previsto attraverso la creazione di energia pulita, la riduzione del consumo di acqua, la promozione di soluzioni naturali, la riduzione degli sprechi, l'utilizzazione di materiali di costruzione sostenibili, ecc.. In particolare per l'acqua il consumo di essa sarà ridotto utilizzando dispositivi intelligenti e saranno utilizzate tecnologie all'avanguardia, come sistemi che convertono l'umidità dell'aria in acqua. Sempre nell'ambito di Expo Dubai 2020, all'acqua è dedicato un concorso per la realizzazione di diverse fontane monumentali con il Programma Sabeel 2020 dove: *“Un sabeel è una fontana d'acqua comunitaria che fornisce sollievo a passanti e viaggiatori e che*



*simboleggia la nostra responsabilità collettiva e solidarietà con le persone della nostra comunità e l'umanità nel suo insieme” (<https://sabeel2020.ae/>).*

Foreste, parchi, orti e giardini stanno divenendo i protagonisti delle città del futuro e l'agricoltura urbana conquista sempre più nuovi spazi.

**Melbourne** è considerata la garden city dell'Australia, ricca di acqua, ospita un sistema di parchi e giardini tra cui spiccano i Royal Botanic Gardens Victoria. Essa è anche la città dei tetti verdi e l'amministrazione al fine di incrementare la creazione di essi ha diffuso un'apposita guida, la Growing Green Guide, con le istruzioni necessarie per la realizzazione e la manutenzione di tetti, pareti verdi, ecc.. Tra i tetti verdi della metropoli spiccano quelli realizzati sul tetto dell'Università di Melbourne, il *Burnley Living Roofs* progettato dallo studio Hassell e suddiviso in tre aree: *demonstration Roof*, utilizzato per le attività didattiche, *Research Roof*, utilizzato per le attività di ricerca, e Biodiversity Roof dove sono coltivate piante autoctone per creare spazi dedicati alla biodiversità.

A **Parigi**, in prima linea nella lotta ai cambiamenti climatici, nella patria dei *jardins partagés*, si sta concretizzando un ambizioso progetto per la creazione di un orto urbano di circa 14.000 metri quadrati, utilizzando anche tecniche di aeroponica. A **Londra** fioriscono i *pocket park*, i giardini tascabili; a **New York** è sorta a Brooklyn la più grande fattoria sui tetti per la produzione di ortaggi, erbe, e miele che è gestita da Brooklyn Grange, e che si estende per quasi undici ettari. A **Berlino** sulle aree di un vecchio aeroporto dismesso hanno trovato collocazione numerosi fazzoletti di terra coltivati con frutta e verdura. In Marocco sono stati avviati progetti pilota di agricoltura urbana in diverse città tra cui **Agadir**. Quella degli orti urbani non è solo una moda per fortuna contagiosa, è molto di più, e l'innovazione tecnologica è sempre più impegnata nella ricerca di soluzioni ai problemi legati all'agricoltura urbana tra cui quelli relativi all'acqua.

La FAO già da tempo ha riconosciuto il ruolo strategico dell'agricoltura urbana nelle sue diverse forme (parchi rurali, orti urbani, orti didattici, ecc.). Il rapporto FAO del 2012, *Pour des villes plus vertes en Afrique*, aveva evidenziato i tratti fondamentali dell'orticoltura urbana e periurbana in 31 Paesi Africani sottolineando la necessità di orientare la crescita delle città africane verso orizzonti green. Il bisogno di una maggiore presenza della Natura in città, la necessità della creazione di un'alleanza tra città e campagna, il riconoscimento del valore sociale ed ambientale dell'agricoltura sostenibile e multifunzionale, si stanno affermando ovunque.

*“Il rinnovato interesse per il mondo agricolo e rurale è certamente influenzato dalle nuove forme di urbanizzazione, che in molti contesti hanno portato a profonde modifiche degli assetti e del ruolo delle città, con la diffusione di aree urbane che stanno assumendo forme e contorni che sfumano nella campagna e con spazi agricoli che occupano gli interstizi lasciati disponibili dallo sviluppo urbano, in un continuum di spazi verdi e spazi costruiti. Questa nuova configurazione spaziale tra urbano e rurale ha dato luogo a locuzioni ormai universalmente riconosciute*



*come agricoltura urbana e agricoltura peri-urbana, a indicare le attività agricole che si svolgono nelle città o a ridosso di esse*” (CREA, 2015). In questo orientamento l'agricoltura tende ad affermare con forza il suo ruolo multifunzionale; un'agricoltura sempre più attenta alla salute del territorio e dei cittadini, con un ruolo non solo produttivo ma anche ambientale, ricreativo, sociale, di presidio al territorio, di riqualificazione del territorio, di riconnessione positiva tra città e territorio tra essere umano e Natura. *“la campagna non è vista più solo come luogo di produzione di cibo, ma come contesto in cui rigenerarsi, passare del tempo libero, andare in vacanza e fare attività sportive, culturali, ecc. L'agricoltura, allo stesso modo, ha ampliato la sua sfera aggiungendo a quella produttiva funzioni percepite come fondamentali dall'odierna società come quelle sociale, ambientale e culturale”* (Giarè e Vanni, 2015).

Nel pianeta della vita cresce la consapevolezza che tra le armi a disposizione per combattere inquinamento e autodistruzione in modo più incisivo vi sono anche i divieti. Il pericolo maggiore è, ancora oggi, quello nucleare. Non è possibile usare armi nucleari che sono armi autodistruttive, armi distruttive non semplicemente di singoli organismi viventi ma delle condizioni di vita sulla Terra, armi che distruggono la vita nel complesso. Il nostro pianeta non può essere ridotto a pianeta della sopravvivenza, non può essere ridotto a supporto per produzione e consumo, e soprattutto non è un luogo in cui sperimentare tutto ciò che è possibile e un atteggiamento prudentiale senza dubbio è d'obbligo (per approfondimenti e riflessioni sul tema si invita alla lettura del volume *Pensare la vita*, di Francesco Bellino). Se pensiamo che la salute di un ecosistema, la magia dell'acqua, il miracolo della fotosintesi, il sorriso degli esseri umani, la contemplazione di un paesaggio o la bellezza di un giardino, abbiano un ruolo per il nostro benessere allora bisogna agire di conseguenza. Se l'obiettivo è quello di creare futuro, speranza razionalmente fondata allora le parole chiave sono: Natura, ricerca dell'armonia, riforestazioni, ruralità, economia circolare, green economy, lotta all'inquinamento, agricoltura, pesca e alimentazione sostenibili, leggerezza, semplicità, condivisione, prevenzione, giustizia sociale, benevolenza, solidarietà, uguaglianza, inclusività, gentilezza, generosità, felicità, biodiversità, sicurezza, salute, benessere, bellezza, parchi, orti, giardini...

### 3. Italia Giardino del Mondo

L'Italia è il paese della Dieta Mediterranea, con una varietà straordinaria di prodotti tipici, di paste, pane, oli e vini, carni, salumi e formaggi, miele e dolci; con una sinfonia di profumi e sapori inconfondibili, con erbe, ortaggi, frutti, agrumi, fiori e spezie, sono state create combinazioni armoniche uniche, creando quella che è stata definita la *cucina del sole*. Il nostro è anche il paese della pizza, cibo della felicità, che è perfino divenuta strumento di pace; essa è utilizzata infatti nella missione di pace in Libano.



L'Italia è il paese dell'armonia, della musica, della biodiversità, dei paesaggi montani, collinari, rurali, marino-costieri straordinari, è il paese in cui è nata la Slow Food con la sua filosofia, ma soprattutto l'Italia è il paese della cultura del giardino. L'Italia è il giardino del mondo. In un pianeta che fiorisce nell'universo la cultura del giardino ha un ruolo chiave per il benessere fisico e spirituale, per l'affermazione dell'armonia a tutti i livelli, per riscoprire la vita riconoscendone il valore più profondo che, per ogni essere umano come per ogni comunità, va oltre la produzione e il consumo, per orientare le energie umane sulla via della ricerca del benessere, della Natura, della contemplazione... È questo un percorso che può contribuire in modo significativo a ridurre il riscaldamento globale.

Sono tanti i luoghi capaci di arricchire nello spirito, sono parchi, orti, frutteti, agrumeti, giardini come i Giardini di Hanbury affacciati sul mare in Liguria al confine con la Francia, ricchissimi di biodiversità e luoghi della contemplazione, o come il Giardino della Kolymbethra in Sicilia nella valle dei Templi di Agrigento. Parchi, orti e giardini per riconnettere ogni città alla propria Natura.

Basta collegarsi al sito dell'APGI, Associazione Parchi e Giardini d'Italia, o sfogliare la Guida *l'Italia dei Giardini* curata da Vincenzo Cazzato, per avere un'idea della ricchezza straordinaria della cultura del giardino nel nostro paese, e soprattutto per scegliere i luoghi da visitare per un tuffo nel benessere, nella bellezza autentica. Parchi, orti e giardini per far felici gli esseri umani. *Gli Orti felici* è il titolo di un volume di Paolo Pejrone (2010) che racchiude tutta la bellezza di alcuni orti-giardini realizzati; sono orti con pergole coperte da viti e rose, dove *“una verdura coltivata senza concimi chimici, senza fungicidi, senza anticrittogamici, senza insetticidi, in una terra ricca prosperosa e soprattutto naturale non ha prezzo”*; dove le aree in cui sono coltivati gli ortaggi, zucchine, carciofi, cavoli, fagiolini, sono inserite in percorsi scenografici in cui, di volta in volta, lavande, iris, calendule, dalie, anemoni, peonie, agapanti, rose, amaranti, salvie e rosmarini sono scelti per accendere di colori e profumi questi luoghi dell'anima; dove gli ingredienti fondamentali sono la zappa, il rastrello, la buona terra, i buoni semi, il sole la pazienza e naturalmente la buona acqua, ricordando che *senz'acqua non fiorisce la terra...* (N. Tommaseo).

In una nazione con un'anima rurale, in Toscana, regione con una ricca e variegata tradizione di parchi e giardini, è in corso la realizzazione di un ambizioso progetto *“100.000 orti in Toscana”* per la realizzazione di orti urbani in numerosi comuni delle province di **Firenze, Grosseto, Livorno, Massa-Carrara, Lucca, Pisa, Pistoia, Prato e Siena**. A **Milano** con l'esperienza dell'esposizione universale 2015 sul tema *nutrire il pianeta* sta fiorendo la vocazione green della città. Tanti sono gli appassionati, le associazioni che si dedicano alla condivisione, alla protezione della terra, alla valorizzazione dei prodotti locali e al cibo di qualità. Tra le tante iniziative si ricorda quella di *Orti Fioriti di City life*. A **Torino** sta prendendo piede la realizzazione di un parco di orti a Mirafiori Sud per la creazione di 150 orti per gli appassionati di agricoltura urbana. A **Catania**



nel quartiere Librino sono stati inaugurati dal Presidente della Repubblica Sergio Mattarella gli spazi dedicati alla creazione di un bel progetto di orti urbani fortemente voluto dal sindaco Enzo Bianco. A **Roma** tanti i parchi e i giardini, e tante le iniziative in tema di orti urbani tra cui quella dell'associazione *Orti Urbani Tre Fontane* e dell'associazione *Zappata Romana* che sta promuovendo l'idea di realizzare almeno un orto urbano per ogni quartiere della capitale per la creazione di una *Roma città giardino*. Anche a **Napoli** si stanno creando orti urbani in diverse aree della città. E che dire di **Bologna**, la città in Italia con il maggior numero di orti urbani? *“11 città con i piedi per terra”* è lo slogan della rete di orti urbani di Campagna Amica che coinvolge le città di **Genova, Savona, Firenze, Mandria, Assisi, Sant’Anatolia di Narco, Foligno, Lugnano in Teverina, Roma, Ostuni e Santa Giusta** (Coldiretti. Campagna amica, 2017).

Ai tradizionali giardini si aggiungono nuove realtà per rivestire le città, sui tetti, sui terrazzi, sui balconi, nei quartieri, nelle scuole e negli ospedali, con tutta la straordinaria ricchezza di colori, di alberi, erbe aromatiche, fiori e frutti che abbiamo a disposizione, con una sempre maggiore attenzione alla valorizzazione della biodiversità locale.

I comuni possono concretamente attuare azioni locali coinvolgendo le comunità locali e i territori circostanti contribuendo a riequilibrare il rapporto tra uso delle risorse, centri urbani e territorio circostante, per armonizzare il rapporto tra città e campagna, tra produzioni e consumi sostenibili, tra locale e globale, per contribuire concretamente a *“Proteggere il pianeta, raggiungere la sostenibilità della sicurezza alimentare, migliorare la nutrizione e il benessere delle popolazioni, avere la consapevolezza dell’importanza dell’agricoltura, per lo sviluppo economico dei paesi più poveri, gestire l’interazione con gli ecosistemi e l’uso delle risorse naturali, etc.”* (CIHEAM Bari, 2019).

Per tutto questo occorre la centralità della Natura in città, armonizzare sempre più il rapporto tra città e ambiente, tra città e agricoltura, tra essere umano e Natura, occorre diffondere la cultura del giardino che ha un ruolo speciale in un pianeta che fiorisce nell’universo...

## BIBLIOGRAFIA e SITOGRAFIA

Aquasoil Srl

<https://www.aquasoil.it/it/>

Bellino F. (2013). *Pensare la vita*. Bari: Cacucci.

Cazzato V. (a cura di) (2016). *L’Italia dei Giardini*. Milano: Touring Club Italiano.

CIHEAM Bari (2019). *La Dieta Mediterranea nel contesto dei sistemi alimentari e delle diete sostenibili*. Valenzano: CIHEAM Bari.

CIHEAM Bari and Forum Mediterranean Food Cultures (2019). *Revitalization of Mediterranean Diet. Strategies toward more sustainable food systems in the*



*Mediterranean region. 2<sup>nd</sup> world conference, Palermo, 15-17 May 2019.*  
<http://www.iamb.it/uploads/attachments/878/DEF.Brochure21x21-ENGL.pdf>

CNR. Istituto di Biometeorologia (IBIMET)  
<http://www.bo.ibimet.cnr.it/repository/forestazione-urbana-schede/view>

Expo 2020 Dubai  
<https://www.expo2020dubai.com/en/discover/sustainability>

Coldiretti. Campagna Amica (2017). Coltiviamo la città. *La rete degli orti urbani di Campagna Amica*  
[http://wpcoldiretti.bluarancio.com/campagnamica/wp-content/uploads/sites/43/2017/08/1e\\_esperienze\\_di\\_orti\\_in\\_citta.pdf](http://wpcoldiretti.bluarancio.com/campagnamica/wp-content/uploads/sites/43/2017/08/1e_esperienze_di_orti_in_citta.pdf)

GardenLibrary  
[www.gardenlibrary.iamb.it](http://www.gardenlibrary.iamb.it)

Giarè F., Vanni F. (a cura di) (2015). *Agricoltura e città*. Roma: CREA.  
<https://www.crea.gov.it/documents/68457/0/agricoltura+e+citt%C3%A0.pdf/8e8b55c5-bf94-ef18-1e37-27e23833892d?t=1561119589655>

Great Green Wall. *Results*  
<https://www.greatgreenwall.org/results>

Gruppo CAP Milano  
<https://www.gruppocap.it/>

IRIDRA Srl  
<http://www.iridra.eu/it/>

FAO (2012). *Pour des villes plus vertes en Afrique. Premier rapport d'étape sur l'horticulture urbaine et périurbaine*. Rome: FAO.  
<http://www.fao.org/3/i3002f/i3002f.pdf>

ISPRA (2015). *Linee guida di forestazione urbana sostenibile per Roma Capitale*  
<http://www.isprambiente.gov.it/files/pubblicazioni/manuali-lineeguida/MANUALE1292015.pdf>

Lacirignola C. (2000). *Preziosa più del petrolio. Aspetti tecnici economici e politici del problema idrico nella regione mediterranea*. Bari: Adda.

Legambiente. Città clima (2016). *Bratislava. La strategia per l'adattamento ai cambiamenti climatici*  
<https://cittaclima.it/portfolio-items/bratislava-la-strategia-ladattamento-ai-cambiamenti-climatici/>

Mancuso S. (2019). *La nazione delle piante*. Bari: Laterza.

Melbourne. Growing green guide  
<http://www.growinggreenguide.org/>

Patto dei Sindaci  
<https://www.pattodeisindaci.eu/about-it/la-comunit%C3%A0-del-patto/firmatari.html>



Pejrone P. (2010). *Gli orti felici*. Milano: Mondadori Electa.

Progetto BLUE AP, Bologna  
<http://www.blueap.eu>

Progetto Bromelia, Studio Lauria  
<https://www.studiolauria.net>

Progetto Krupp Park di Andreas Kipar, studio Land  
<https://www.aiapp.net/krupp-park-essen-germania/>

Progetto Liuzhou Forest City, Stefano Boeri Architetti  
<https://www.stefanoboeriarchitetti.net/project/liuzhou-masterplan-2/>

Somma A.R., Sisto L., Lamaddalena N., Occhialini W. (a cura di) (2018). *Crisi idrica. Recupero e riuso delle acque reflue tra opportunità e criticità per una gestione sostenibile dell'acqua*. Valenzano: CIHEAM Bari.

Programma Sabeel 2020  
<https://sabeel2020.ae/>

Project Burnley Living Roofs, Hassell Studio, Melbourne  
<https://www.hassellstudio.com/projects/projects>

Slow Food  
<https://www.slowfood.it/>

Warka Water  
<http://www.warkawater.org/>



# ***Contributi***







# ACQUA E CITTÀ

## LE PROSPETTIVE DELLE SMART TECHNOLOGIES

Vito Felice Uricchio  
*Direttore IRSA-CNR*

### **L'acqua e le smart technologies**

L'acqua, quale fonte primaria di vita e quale risorsa naturale, culturale, economica e politica, richiede una gestione intelligente che possa coinvolgere la cittadinanza, oramai evoluta in una vera *Smart Community*, e ne assicuri la tutela, la conservazione e la razionale ed ottimale utilizzazione in un regime di Adaptive Water Management.

La gestione delle risorse idriche richiede la formulazione di nuovi paradigmi in grado di coniugare da un lato la tutela delle risorse idriche, mediante nuovi sistemi e tecnologie innovative, capaci di incrementare l'efficienza nell'uso delle risorse e le performances delle reti e degli impianti di trattamento presenti nel territorio, e dall'altro lo sviluppo di nuovi sistemi di monitoraggio distribuiti e di facile accesso per un controllo diffuso dello stato di qualità. Lo sviluppo di tecnologie interoperative in grado di favorire diffusione e scambio di informazioni tra decisori, gestori e le Smart Communities, può portare alla creazione di una conoscenza diffusa volta al sostegno di una migliore protezione ambientale, finendo con l'incidere direttamente sul versante educativo e dei comportamenti. In tale direzione l'ubiquità dell'acqua, in ogni declinazione della vita sociale e produttiva, costituisce elemento naturale per canalizzare informazioni e per consolidare una nuova cultura di Smart Communities, che trova elemento di crescita nella condivisione e nello sviluppo del senso di appartenenza al proprio territorio ed alle risorse naturali che esso esprime. Il riconoscimento dell'acqua, quale diritto umano, passa attraverso l'accettazione del senso di proprietà diffusa (pubblica) e di responsabilità che deve orientare sia le piccole scelte quotidiane sia le grandi decisioni progettuali, gestionali, politiche ed amministrative.

In coerenza con le definizioni della Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE ed in generale con l'articolato quadro normativo comunitario, nazionale e regionale, occorre perseguire gli obiettivi di salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità ambientale dei corpi idrici, nonché l'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali basata su una gestione non solo sostenibile, ma adattabile alle circostanze che si presentano anche a seguito dei cambiamenti globali. In tale visione i processi partecipati attivabili mediante le *smart technologies* sono cruciali per innescare percorsi che portino alla costruzione della vocazione economica e sociale delle città intelligenti.



La parola chiave alla base del concetto stesso delle *smart technologies* è “integrazione” da realizzare a vari livelli: sia nella gestione dell’intera “filiera dell’acqua” ma anche con il coinvolgimento attivo dei cittadini, di enti di gestione, di enti di ricerca, imprese, autorità di controllo, al fine di pervenire ad una gestione delle risorse idriche in linea con le esigenze di sostenibilità ambientale e di riduzione degli impatti che caratterizzano le smart communities.

Una visione corretta della gestione delle risorse idriche non può certamente limitarsi alla semplice gestione delle reti di distribuzione, ma richiede una prospettiva più ampia di analisi e definizione di strategie coordinate ed integrate che investono la gestione dei collettori fognari, il trattamento delle acque reflue e la qualità dei corpi idrici recettori. Inoltre, anche le strategie potenzialmente più efficienti non hanno possibilità di successo se non sono supportate da una “presa di coscienza” dei cittadini che devono essere direttamente coinvolti quali attori all’interno di un sistema che non può prescindere da comportamenti virtuosi a livello di macro e micro comunità.

Occorre sottolineare che le evoluzioni demografiche in costante crescita, il conseguente sempre maggior ricorso alla intensivizzazione delle colture agricole, gli effetti dei cambiamenti climatici con l’incremento della frequenza degli eventi estremi, determina una estrema urgenza nel porre in essere ogni possibile soluzione (anche tecnologica) che sia in grado di efficientare il sistema della gestione della risorsa sia in termini quantitativi che qualitativi.

In tale contesto s’inquadra il progetto SWaRM-Net (Smart Water Resource Management) che mira a coniugare la domanda d’innovazione ed alta specializzazione nel settore della tutela delle risorse idriche con la scelta strategica di puntare su “*smart cities*” che prevedano un coinvolgimento attivo dei cittadini nella gestione del territorio e nell’attuazione delle politiche ambientali, in stretto raccordo con la strategia Europa 2020 che ha individuato crescita intelligente, crescita sostenibile e crescita inclusiva, quali motori di rilancio dell’economia.

L’ambito primario di riferimento è “Gestione Risorse idriche”, fortemente interconnesso con “Waste Management”, che assume un ruolo centrale di raccordo tra disponibilità della risorsa idrica, il suo utilizzo e le azioni per una sua restituzione all’ambiente con standards di qualità idonei a minimizzare gli impatti sullo stato ecologico e la salute dei cittadini. Alcune attività concernenti il monitoraggio e la gestione degli eventi estremi s’interfacciano anche con l’ambito “Sicurezza del territorio”, mentre altre riguardanti raccolta e immagazzinamento dei dati, la loro diffusione e il loro uso interoperabile s’interfacciano con l’ambito “Domotica e Smart Grids” in particolare con riferimento ad aspetti riferiti al miglioramento della qualità della vita negli ambienti domestici, alla riduzione dei costi di gestione ed alla trasmissione delle informazioni mediante Power Line Communication (PLC) ed alla loro memorizzazione utilizzando la tecnologia Cloud.



Le attività in corso di realizzazione rispondono all'esigenza di una gestione integrata delle acque in grado di coniugare da un lato la tutela della risorsa mediante strategie e tecnologie innovative, al fine di incrementare l'efficienza nell'utilizzo e le *performances* delle reti e degli impianti di trattamento presenti nel territorio, e dall'altro lo sviluppo di nuovi ed affidabili sistemi di monitoraggio distribuiti e di facile accesso per un controllo diffuso dello stato di qualità. Ciò favorirà il diretto coinvolgimento delle *Smart Communities* per assicurare la tutela, la conservazione e la razionale ed ottimale utilizzazione delle risorse in un regime di *Adaptive Water Management* in grado di evolversi con le mutate esigenze del territorio e della popolazione.

Le attività sviluppate con il progetto SWaRM-Net sono caratterizzate da elevato grado di innovazione con l'intento di promuovere un uso più efficiente delle risorse in accordo con l'iniziativa *Resource Efficient Europe* della strategia Europa 2020. Tale obiettivo può essere perseguito con interventi volti sia alla riduzione dei consumi domestici, irrigui e industriali che allo sviluppo di tecnologie e green infrastructures per il riutilizzo. Sistemi intelligenti di conturizzazione delle utenze che operino come interfaccia tra utente e gestore sono particolarmente utili per informare sui consumi, costi e qualità dell'acqua erogata e fornire dati in tempo reale sulla domanda così da consentire attraverso semplici bilanci di massa valutazioni puntuali sulle perdite delle reti di distribuzione e una più efficiente gestione delle pressioni di esercizio.

Particolarmente strategica risulta la realizzazione di sistemi di valorizzazione del potenziale termico dell'acqua che fluisce nella rete acquedottistica, ottenendo energia utile per la climatizzazione degli ambienti senza emissioni di CO<sub>2</sub>.

Un sistema di monitoraggio intelligente dei carichi inquinanti può orientare azioni di controllo sui carichi diffusi e generati a seguito di *overflow* della rete fognaria e su quelli produttivi, al fine di ridurre la presenza di contaminanti metallici e organici e massimizzare il recupero di nutrienti. Dispositivi innovativi per il controllo dello stato di efficienza delle fognature urbane consentono di intervenire nell'immediatezza, riducendo i rischi di contaminazione dell'insaturo e della falda.

Alla luce di quanto affermato risulta evidente che le *smart technologies* sono particolarmente funzionali al raggiungimento del buono stato ecologico nei corpi idrici, previsto dalla Direttiva europea 2000/60/CE. In risposta a quanto fortemente auspicato da amministratori, gestori e cittadini, si propone l'impiego di indicatori precoci di allerta e strategie di mitigazione su scala locale degli eventi estremi riconducibili ai cambiamenti climatici ed alle conseguenti modifiche nel regime delle precipitazioni: anche in tale direzione le *smart technologies* possono fornire un indispensabile contributo.

Ma in ambito urbano e periurbano le *smart technologies* possono intervenire efficacemente anche nel settore della depurazione delle acque reflue urbane, sostenendo lo sviluppo di nuove tecnologie che migliorino l'efficienza e la



versatilità degli impianti e privilegiando tecnologie a basso impatto ambientale, in termini di superfici occupate, produzione di fanghi ed emissioni odorogene, volte a massimizzare il recupero energetico e il recupero di materie prime e in particolare nutrienti e biocombustibili.

### **I dispositivi smart in ambito domestico: un esempio di smart devices nelle città**

La disponibilità di sensori in ambito domestico interfacciati tramite rete Wi-Fi agli smartphone e computer consente una gestione responsabile dei consumi e delle manutenzioni degli impianti, delle reti e delle rubinetterie. La gestione *intelligente* dei sistemi di distribuzione dell'acqua consente ampi spazi per l'introduzione di innovazioni nel segno del risparmio idrico e della sostenibilità ambientale, ottenendo utili vantaggi in termini di monitoraggio ed ottimizzazione delle risorse. Le tecnologie basate su applicazioni microelettroniche consentono di realizzare sistemi multipli di micro e nanosensori specializzati, in grado di monitorare in tempo reale i principali parametri fisico-chimici che stabiliscono le caratteristiche dell'acqua. Fra i tanti tipi di sensori disponibili o in corso avanzato di sviluppo ricordiamo in particolare:

- i transistor ad effetto di campo ionico selettivi (ISFET) ed i transistor ad effetto di campo modificati con enzimi (ENFET) per la misura del pH, della concentrazione di nitrati e di ioni di metalli alcalini e alogenuri come Ca e Cl, di tensioattivi anionici e cationici, di pesticidi e per il monitoraggio del livello dei fertilizzanti nel terreno;
- i sensori potenziometrici a membrana polimerica con elettrodi planari ionico selettivi utilizzati per la determinazione della presenza di inquinanti ionici organici;
- i sensori potenziometrici basati su calcogenuri amorfi per la rivelazione della presenza di metalli pesanti, fra cui Cu, Pb, Cd, Ag Cr e Fe, anche a bassissime concentrazioni dell'ordine delle nanomoli;
- i dispositivi a film sottile a semiconduttore/grafene/metallo (SGM) per la rivelazione di tracce di contaminanti organici;
- sensori ad interferometria laser che misurano la variazione dell'indice di rifrazione dell'acqua rispetto al valore di riferimento determinato dalla presenza di agenti chimici contaminanti, in grado di rilevare i principali agenti di contaminazione chimica al livello di una parte per milione ed agire come sistemi di *early warning* localizzati;
- sensori di accelerazione MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems) costituiti da trasduttori meccanici micrometrici per misurare le variazioni del flusso idrico con sistema wireless integrato di trasmissione dati a bassissimo consumo;
- schiere di sensori MEMS ad amplificazione enzimatica per la rivelazione di agenti batterici mediante tecniche amperometriche.



Le dimensioni di tali sensori, tutti dell'ordine al più di alcuni millimetri, permettono di installarli nei contatori intelligenti e, in prospettiva, direttamente nei limitatori di flusso dei rubinetti.

L'alimentazione elettrica dei sensori può essere fornita da microgeneratori di energia elettrica basati, fra l'altro, sulle oscillazioni non lineari di materiali piezoelettrici o sul potenziale piezoelettrico prodotto da nanofili sottoposti ad uno sforzo meccanico esterno. Questi microgeneratori convertono quindi direttamente l'energia meccanica prodotta dal flusso dell'acqua in energia elettrica e possono essere accoppiati a sistemi capacitivi di accumulo dell'energia elettrica prodotta, necessari ad esempio per trasmettere in modalità *wireless* i dati raccolti in assenza del flusso idrico. Per la raccolta dati, la ricerca industriale ha già sviluppato numerose tipologie di modelli, che tuttavia sono suscettibili di importanti innovazioni, associando la rilevazione dei consumi a valutazioni quantitative provenienti dai sensori installati negli stessi contatori, nei limitatori di flusso dei singoli rubinetti, per trasmetterli in modalità *wireless* a sistemi di raccolta dati di secondo livello, analoghi alle celle della rete di telefonia cellulare, collegati a loro volta direttamente alla rete di raccolta ed elaborazione dati del gestore della rete idrica. Analogamente sono mature tecniche mutate dall'intelligenza artificiale che possono consentire di raccogliere i dati dai contatori intelligenti per trasmetterli (dopo opportuna elaborazione) direttamente al gestore della rete, utilizzando in modo trasparente la rete decentralizzata costituita dagli smartphone degli utenti che si trovano nei dintorni. Ciò potrebbe evitare l'implementazione dei sistemi di raccolta dati di secondo livello, con notevoli benefici al livello della complessità e del costo globale del sistema. Progetti del genere, anche se su scala decisamente minore, sono già stati sviluppati ed implementati sia in Olanda che a Singapore. Vitens, il maggiore distributore idrico olandese, sta implementando una "*smart grid*" di sensori per il monitoraggio in tempo reale della qualità dell'acqua a livello chimico e batteriologico, considerando in particolare la presenza di pesticidi, ormoni e prodotti farmaceutici. I sensori sono sviluppati da Optiqua Technologies e sono montati in celle di flusso (*flow cell*) attraversate dall'acqua di distribuzione. Ma la ricerca continua inventando soluzioni tecnologiche sempre più innovative.

Il monitoraggio delle caratteristiche chimico-batteriologiche avviene in tempo reale misurando la variazione dell'indice di rifrazione dell'acqua mediante un fascio laser, e confrontandola con i valori di riferimento stagionali per l'acqua pura. Tutto ciò consente di costruire un sistema di "*early warning*" capace di fronteggiare in tempo reale eventi di contaminazione idrica all'interno della griglia macroscopica costituita dai sensori installati. Il sistema incorpora moduli di trasmissione *wireless* che permettono di trasmettere automaticamente i dati misurati al gestore. Anche a Singapore il gestore idrico locale, la Public Utility Board (PUB), ha implementato una *smart grid* analoga utilizzando gli stessi sensori della Optiqua Technologies.



In definitiva tali *smart devices* a basso costo, consentono di conseguire significativi risparmi idrici attraverso il coinvolgimento attivo della cittadinanza. Tali dispositivi, opportunamente miniaturizzati e customizzati permettono una totale integrazione con gli innovativi sistemi di trasmissione delle informazioni oltre alla captazione dell'energia necessaria per l'autoalimentazione.

Gli obiettivi di tali dispositivi consistono nel:

- *ridurre i consumi di acqua* in particolare con riferimento agli ambiti domestici ed agricolo;
- *individuare e prevenire le perdite* attraverso sistemi di rilevazione intelligente e mediante bilanci interni alle differenti zone idrauliche in cui si articola la rete idrica;
- *effettuare un monitoraggio qualitativo delle acque* a livello di utenza allo scopo di conquistare la fiducia delle Smart Communities, riducendo il ricorso alle acque minerali (con i conseguenti vantaggi ambientali ed economici) ed orientando gli interventi di manutenzione di serbatoi e cisterne;
- *sviluppare strategie di ottimizzazione dei consumi idrici*, incentivando il coinvolgimento proattivo della cittadinanza ai fini del *risparmio idrico*;
- sviluppare l'applicazione di *nuove tecnologie interoperative* per l'ottimale gestione delle reti e per fornire supporto ai decisori ed ai gestori;
- *implementare una piattaforma software di supporto alla gestione idrica avanzata* per elaborare e rappresentare le informazioni in modo aggregato e puntuale per permettere il monitoraggio di tutti i sistemi idrici a supporto dell'operatività territoriale, per la pianificazione degli interventi, per prevenire situazioni di rischio monitorando le condizioni dei flussi idrici, dello stato dei bacini e delle condotte;
- contribuire allo sviluppo di *applicazioni distribuite gratuite (app)* coerenti con gli obiettivi dell'Agenda Digitale Italiana ed Europea.

La sensoristica *low-cost* si pone quale elemento di connessione tra le *Smart Communities* ed il governo intelligente delle risorse, consentendo a ciascun cittadino di essere parte attiva nell'acquisizione di informazioni distribuite, utilizzabili sia direttamente (attraverso specifiche *apps*) e sia con la mediazione di sistemi complessi ed interoperabili.

L'implementazione di sensori a basso costo, commerciabili attraverso canali distributivi di semplice accesso (supermercati, ipermercati, negozi di elettronica, Web, ecc.), consente di raggiungere in modo capillare i cittadini, sostenendo meccanismi di acquisizione delle informazioni utili sia agli utenti/cittadini che ai decisori pubblici. In tale direzione si prevede la realizzazione di contatori per utenze domestiche che dialoghino con i cittadini fornendo informazioni sui



consumi, registrando eventuali anomalie (ad es. consumi che si verificano durante le ore notturne o in assenza di potenziali utenze in funzione) e segnalando possibili perdite.

L'attività in questione punta allo sviluppo di dispositivi tecnologici funzionali ad incentivare il risparmio idrico attraverso contatori intelligenti, l'uso di rubinetterie dotate di innovativi limitatori di flusso, riduttori della pressione del flusso, diffusori frangigetto per aerare il flusso, sensori qualitativi, nuove tipologie per cassetta di risciacquo e vaso, ecc.. Le *smart technologies* possono essere proficuamente finalizzate per implementare sistemi efficienti di controllo e riduzione delle perdite idriche sia nelle reti di distribuzione che in ambito domestico, favorendo convergenze tecnologiche tra gli ambiti scientifici di elettronica e di idraulica.

### **La valorizzazione delle proprietà termiche dell'acqua nel sistema idrico integrato urbano**

Lo studio e la quantificazione delle risorse sotterranee a disposizione, con particolare riferimento alle acque, per il loro utilizzo, anche a livello energetico, sono diventati in questi ultimi anni materie di particolare interesse sempre crescente anche da un punto di vista legislativo: la normativa nazionale e comunitaria infatti conferisce sempre più valore a sistemi di produzione di energia "pulita", sostenibili e rinnovabili, che risultino da un lato meno legate alla materia petrolio e derivati e dall'altro di sempre minor impatto dal punto di vista ambientale, possibilmente evitando emissioni di CO<sub>2</sub>.

Negli ultimi anni in Italia ed in particolare nell'area urbana milanese, la geotermia sta riscuotendo un certo interesse (UGI, 2018), grazie anche all'esempio di altri Paesi Europei; soprattutto i privati nell'ambito di nuove urbanizzazioni o di interventi di recupero edilizio, stanno prevedendo impianti di climatizzazione che ricorrono sempre più spesso all'utilizzo di pompe di calore, alimentate per lo più con nuovi pozzi di captazione (e spesso di restituzione). Tale pratica, sempre più diffusa, se da un lato consente di ottenere certificazioni energetiche, contributi o altri vantaggi economici puntuali per i privati, oltreché contribuire comunque alla riduzione delle emissioni locali in atmosfera, per l'altro verso produce alcuni effetti negativi o determina rischi di diverso genere in campo ambientale a scala urbana. Infatti, ogni ulteriore perforazione in falda può considerarsi un potenziale punto di inquinamento della falda acquifera e, poiché di fatto i pozzi di captazione a scopi geotermici molto spesso raggiungono profondità superiori a 40 m, proprio dove iniziano a captare i pozzi acquedottistici, tale rischio potrebbe riflettersi in maniera negativa direttamente anche sugli aspetti qualitativi delle acque destinate al consumo umano.

Poiché le acque di processo devono poi essere smaltite, fermo il divieto di recapitarle in fognatura per preservare il corretto funzionamento delle reti e, soprattutto, degli impianti di depurazione, essendo spesso troppo onerosi i costi



di collettamento per recapitarle in corsi d'acqua superficiali, grazie alla vigente normativa, da qualche anno è consentita e quindi privilegiata dagli operatori privati la restituzione in falda: in tal caso i rischi di inquinamento puntuale, proprio con i pozzi di restituzione, che mettono comunque in comunicazione la prima falda, fortemente inquinata, con la seconda tutt'ora più preservata, aumenta più che significativamente.

Vi è poi un non secondario aspetto da considerare legato alla disponibilità dell'acqua in falda nel medio e lungo periodo; la delocalizzazione prima, la progressiva dismissione poi, di numerose attività produttive (specie in Lombardia) ha, con il decorrere del tempo, prodotto una riduzione degli emungimenti che ha consentito una ricarica della falda ed un innalzamento del livello piezometrico della stessa che ancora oggi prosegue; tuttavia la sempre maggiore diffusione di nuovi prelievi per scopi diversi da quelli potabili, accanto a condizioni climatiche che di per sé non favoriscono l'alimentazione della falda profonda, a cui per altro si aggiunge la sempre maggiore urbanizzazione e quindi impermeabilizzazione delle aree urbane, potrebbe concorrere se non nel breve, comunque nel medio e lungo periodo, a produrre uno squilibrio fra l'alimentazione della falda e i prelievi, innescando fenomeni di crisi idrica per le città che principalmente emungono dalla falda la risorsa idropotabile.

Di qui la necessità di applicare soluzioni innovative che, sulla base di una tecnologia ormai matura, quale quella delle pompe di calore, con nuove e migliorative soluzioni tecnologiche, si propone di valorizzare la risorsa idrica gestita nel ciclo del Servizio Idrico Integrato per ottenere risparmi energetici con riduzione dei costi nella climatizzazione degli edifici, miglioramento della qualità dell'aria e preservazione quali-quantitativa della risorsa idrica.

Le pompe di calore acqua/acqua sono una risposta efficace e preziosa per la riduzione delle emissioni dovute alla combustione di idrocarburi (tipicamente attraverso caldaie a gas metano, GPL o gasolio): in una pompa di calore ad acqua di falda (la cui temperatura si attesta normalmente dai 13-15°C) la quota di energia rinnovabile è di circa il 75%, in quanto solo il 25% dell'energia fornita alla utenza è data dalla energia elettrica, il rimanente è calore "prelevato" dall'acqua.

Si intende precisare che se la complessiva idea progettuale prevede di mettere a disposizione della città un diverso utilizzo a fini energetici della totalità delle risorse idriche a tal fine disponibili, nel caso degli impianti e delle reti del Servizio Idrico Integrato (acquedotto, fognatura e depurazione) lo sfruttamento, comunque non invasivo, delle acque distribuite, collettate e depurate consentirebbe un significativo e integrato recupero energetico con produzione di energia termica "verde".

Particolarmente interessante appare la possibilità di poter utilizzare l'acqua delle reti acquedottistiche urbane come fonte termica, sviluppando pompe di calore "dedicate" con caratteristiche diverse e particolari. In particolare tali



pompe di calore consentono di evitare qualsiasi tipo di “contaminazione” dell’acqua in transito per la pompa di calore e limitare al massimo la perturbazione termica della rete acquedottistica; per poter essere applicabili alle utenze esistenti si produce calore ad una temperatura compatibile con gli impianti esistenti e avere una efficienza (COP) che renda questi nuovi generatori economicamente convenienti rispetto ai generatori tradizionali.

L’energia termica presente nell’acqua, immessa e convogliata dalle reti, viene estratta senza ricorrere a nuovi emungimenti/perforazioni e senza consumo aggiuntivo d’acqua per consegnare calore nel riscaldamento e asportare calore nel raffrescamento, in una logica di filiera corta, integrando così l’utilizzo delle tradizionali reti di teleriscaldamento, onerose e invasive nei centri urbanizzati e garantendo comunque il mantenimento dei parametri quanti-qualitativi del servizio idrico. Le utenze cittadine dispongono, infatti, delle componenti richieste (rete idrica ed elettrica) per la climatizzazione attraverso lo sviluppo di pompe di calore innovative; nell’utilizzo diretto della rete idrica per lo scambio termico appare interessante l’opportunità di utilizzare macchine ibride (pompe di calore integrate con caldaie) e con impianti di raffrescamento dotati di scambiatori ad evaporazione immediata con consumo minimo di acqua, sperimentando la loro applicazione con prototipo e macchina su utenza campione. Le positive ricadute energetiche attese hanno dei precisi obiettivi ambientali tra cui il miglioramento della qualità dell’aria cittadina, la riduzione delle emissioni di gas serra (e di PM 10 e PM 2,5), la salvaguardia e preservazione della falda e in generale dell’acqua, ed economico (ridurre i costi di climatizzazione).

Elementi di innovazione che contraddistinguono la valorizzazione energetica delle acque che fluiscono nella rete acquedottistica comprendono:

- la possibilità di utilizzare il più piccolo salto termico;
- circuiti ausiliari in grado di isolare completamente la macchina di scambio termico dalla rete acquedottistica per evitare qualsiasi tipo di contaminazione dell’acqua;
- l’adozione di scambiatori evaporatori di calore ad altissima efficienza e basso salto termico lato acqua;
- tecnologie di regolazione e controllo sui compressori in modo da estendere il campo di regolazione fino a circa il 10% del carico nominale, consentendo così alla macchina di adattarsi alle diverse condizioni richieste dalla utenza, ed evitando arresti e ripartenze che sono energeticamente dispendiosi.

Le attività di monitoraggio delle portate, delle pressioni, delle temperature e dei parametri biochimici con implementazione di sistemi di telecontrollo “on-line”, costituiscono un elemento “smart” che consentono la taratura e calibrazione del modello idraulico-termico.



## **Monitoraggio “smart” degli scarichi urbani**

Il monitoraggio degli scarichi, assume particolare rilevanza nell’ambito della gestione delle acque, sia perché consente di ottenere utili informazioni lungo le linee al fine di valutare eventuali scarichi illegali e sia perché consente di modulare la gestione degli impianti di depurazione. Infatti, l’efficienza idraulica della rete fognaria e la funzionalità degli impianti di trattamento dei reflui costituiscono un presupposto importante per garantire il buon funzionamento in termini ambientali, sanitari, economici e sociali di una città.

L’avanzamento della ricerca ingegneristica e chimica nel campo sensoristico consente di valutare sia le grandezze caratteristiche delle misure in acqua che per la identificazione di inquinanti emergenti ed inquinanti/componenti a bassa tensione di vapore (es. idrocarburi e/o derivati).

In particolare, partendo dall’acquisizione di informazioni di dettaglio sull’andamento della qualità e quantità di refluo che transita in un tratto fognario è possibile ottenere utili dati riferiti ad eventi che caratterizzano il funzionamento di un sistema di collettamento dei reflui (variazioni di portate e carico, scarichi anomali, eventi meteorologici eccezionali). Sulla base dei dati raccolti dal monitoraggio chimico/fisico è possibile sviluppare conoscenza utile a comporre un quadro completo sulla composizione dei reflui, individuando anche la presenza di inter-correlazione tra i diversi parametri e gli utenti (privati, artigianali o industriali) che concorrono alla composizione del refluo. Elementi di innovazioni si riferiscono essenzialmente a:

- processi di ottimizzazione del monitoraggio quali-quantitativo del refluo collettato nelle condotte fognarie;
- determinazione di parametri primari (direttamente misurati da sensori esistenti) e secondari (riconoscibili attraverso specifici pattern) e la definizione del loro peso sull’analisi del refluo collettato nelle condotte fognarie;
- l’affinamento progressivo di metodologie tipiche dell’intelligenza artificiale e della risoluzione numerica di sistemi complessi ed approssimati di equazioni allo studio della correlazione tra i dati acquisiti da sensori ed i dati derivati dal monitoraggio analitico chimico/fisico;
- la definizione di un modello applicabile su scala variabile al monitoraggio continuo ed in tempo reale del refluo collettato nelle condotte fognarie;
- la realizzazione di un sistema di allerta che possa permettere di intervenire in tempi rapidi ed in modo mirato fornendo indicazioni utili sia sul luogo che sulle modalità e le problematiche di intervento.

Il monitoraggio degli scarichi in fognatura consente anche l’ottimizzazione dei processi biologici depurativi anche ai fini di un successivo riutilizzo dell’effluente degli impianti di depurazione ad esempio anche per il riutilizzo agricolo, in un più vasto quadro di garanzia della sicurezza alimentare (garantendo una



produzione agricola di qualità), di riduzione dello stress idrologico nel periodo estivo (caratterizzato da scarsità di acque irrigue di origine naturale), di riduzione dell'inquinamento delle acque superficiali e sotterranee (riducendo l'eccesso di elementi nutritivi che confluiscono al reticolo idrico superficiale e diminuendo l'inquinamento delle falde da nitrati).

La possibilità che nella rete fognaria avvengano scarichi industriali e/o artigianali puntuali non autorizzati, con concentrazioni elevate di sostanze chimiche, rappresenta una criticità che spesso si verifica e che può inficiare i percorsi successivi di economia circolare (sia con riferimento alle acque che ai fanghi). In relazione alla tipologia, alle masse e alle concentrazioni di queste sostanze chimiche, infatti, tali processi di recupero possono risultare più o meno efficienti o addirittura essere inibiti. L'individuazione e la successiva eliminazione degli scarichi non autorizzati è quindi essenziale per la buona riuscita dei processi di recupero dei nutrienti e può essere effettuata mediante la combinazione di attività di modellazione e di monitoraggio quali-quantitativa della rete fognaria. È bene osservare che tali scarichi hanno la caratteristica di essere intermittenti e irregolari nel tempo e possono avvenire anche in punti diversi da quelli delle attività produttive che li hanno generati. La loro individuazione è quindi complessa ed è difficilmente rilevabile attraverso metodologie ordinarie di campionamento ed analisi. Tuttavia, la disponibilità di sensori smart può consentire di affinare gradualmente la loro localizzazione e quindi organizzare selettivamente l'attività di controllo (anche modificando la localizzazione dei sensori) fino all'individuazione in flagranza delle operazioni di scarico. È evidente che la possibilità di individuazione e di successivo intervento aumentano proporzionalmente alla densità di stazioni fisse di monitoraggio quali-quantitativo delle acque convogliate dalla rete fognaria. Occorre rilevare, tuttavia, che la gran parte della strumentazione commercialmente disponibile per il controllo in continuo della qualità delle acque in impianti di trattamento di acque di rifiuto per alcuni parametri di interesse è difficilmente applicabile nel caso di monitoraggio di scarichi industriali o nella rete fognaria. Gli strumenti utilizzati per il rilevamento di analiti o parametri presenti nelle acque sono generalmente costituiti da sonde tenute in immersione o da sistemi di misura le cui prestazioni ed affidabilità possono decadere rapidamente se non adeguatamente progettate o soggette a periodica manutenzione, quando immerse in matrici acquose con un elevato contenuto di materiale colloidale, solidi sospesi, soprattutto in flussi a portata molto variabile. Alcune apparecchiature da installare sulle condotte fognarie sono specificatamente progettate per il rilevamento di gas che si possono originare a seguito di scarichi anomali, come ad esempio lo sviluppo di solfuro di idrogeno a seguito di scarichi molto acidi o di ammoniaca gassosa per scarichi basici. Le informazioni raccolte sono particolarmente utili, altresì, per fornire indicazioni concrete sul degrado dei materiali delle condotte, rendendo possibile una più mirata strategia di



manutenzione straordinaria che verrà limitata ai tratti più sollecitati da eventi corrosivi.

Ulteriore elemento di monitoraggio riguarda l'accumulo dei sedimenti in fogna, che rappresenta un problema molto importante a causa delle rilevanti incertezze di ordine idraulico e ambientale associate ai depositi: l'accumulo di sedimenti in fognatura può infatti determinare notevoli problemi di tipo idraulico connessi alla riduzione della capacità di portata dei canali e, conseguentemente, all'aumento del rischio di allagamenti in aree urbane; può essere inoltre la causa di notevoli problemi ambientali, dovuti ad esempio alla risospensione dal fondo dei canali dei solidi e degli inquinanti ad essi associati con conseguente scarico attraverso i dispositivi di sfioro nel corso degli eventi meteorici più intensi. In aggiunta, possono manifestarsi fenomeni di trasformazione anaerobica, legati allo stabilirsi di condizioni settiche all'interno degli accumuli di materiale solido, con lo sviluppo di fenomeni corrosivi, ma anche con la formazione ed il rilascio di sostanze tossiche e di cattivi odori. Inoltre, lo sviluppo di modalità di gestione dei sedimenti fognari che garantiscano un regolare flusso solido al trattamento, consente di ottimizzare la gestione dei processi depurativi e, nel contempo, di agire su alcune delle criticità che sono tipicamente indotte dal conferimento delle acque meteoriche sulla funzionalità degli impianti di depurazione urbani.

### **La diffusione della cultura delle smart technologies in ambito urbano**

La ricerca scientifica, anche nel settore della gestione del ciclo integrato dell'acqua, negli ultimi anni ha subito importantissimi impulsi legati alla pervasiva presenza di dispositivi elettronici in grado di comunicare efficacemente con reti telefoniche e tramite Wi-Fi in settori che investono più ambiti dall'approvvigionamento, alla distribuzione, all'impiego e sino alla depurazione ed al riutilizzo. Attraverso tali tecnologie si rende possibile incidere efficacemente sui seguenti punti principali:

- migliorare *l'efficienza nell'uso delle risorse idriche* con riferimento al contenimento delle perdite fisiche ed amministrative, al riutilizzo controllato e al recupero;
- favorire il raggiungimento di una *qualità ecologica sostenibile* e monitorare e tutelare la risorsa da possibili minacce;
- sviluppare *strategie di ottimizzazione dei consumi idrici* in ambito domestico, industriale ed agricolo;
- favorire lo *sviluppo di prodotti, processi e servizi innovativi* con il forte coinvolgimento dei cittadini;
- sviluppare *tecnologie interoperative* per la gestione delle risorse fondate anche e soprattutto sull'Intelligenza Artificiale e sul Machine Learning in grado di dare supporto e sostegno ai decisori e ai gestori.



Assumere come obiettivo la sostenibilità richiede un'attenzione straordinaria dell'intera collettività, ponendo le basi per lo sviluppo e l'utilizzo collettivo di tecnologie in grado di assicurare la capacità del sistema a rispondere a fenomeni alterativi.

Il degrado del ciclo idrico dovuto all'alterazione di sostanze chimiche abitualmente monitorate e/o non monitorate come gli *emerging pollutants* (metaboliti di farmaci, detersivi, cosmetici, etc.), determina una crescente criticità nella rinnovabilità qualitativa delle risorse idriche disponibili, ponendo serie problematiche che possono potenzialmente impattare sullo stato della salute degli organismi viventi e quindi dell'uomo. Facili profitti legati a smaltimenti illeciti, completano spesso questo ciclo di degrado e di crisi ecologica degli ecosistemi acquatici.

In tale contesto le smart technologies, esprimono la *capacità di innovare sia in ambiti tecnologici legati alla produzione industriale e civile*, ma anche nei sistemi di *policy* legati alla *governance* delle risorse idriche, con il coinvolgimento delle Smart Communities.

Da un lato, infatti, l'accento posto sulla necessità di migliorare i prodotti e i processi delle imprese, per ridurre i costi di smaltimento dei reflui ed incrementare la competitività, rappresenta una importante sfida necessaria per competere a livello globale; dall'altro, innovare significa mutare e migliorare il funzionamento dei sistemi di *policy* e di *governance* delle acque potabili per la gestione della rete dei servizi pubblico-privati erogati ai cittadini.

Grazie alla diffusione di dispositivi smart, le *smart technologies* avvicinano i cittadini ai temi della sostenibilità ponendoli al centro del processo d'innovazione, nella costruzione di nuova conoscenza capillare e distribuita sul territorio.

In ultimo, il carattere complesso, multidimensionale ed interdisciplinare del concetto di innovazione, così come definito dalla Commissione Europea, trova rilevanti elementi di conferma nel settore delle *smart technologies* applicate alle acque, in cui i cittadini operano quotidianamente delle scelte: infatti, il concetto di utente non può essere circoscritto alla comunità tradizionale formata da chi utilizza l'acqua per qualsiasi fine e dai gestori d'acqua (siano essi pubblici o privati), ma è estesa all'intera collettività. In tale contesto, le smart technologies contribuiscono alla costruzione di un'*economia della conoscenza*.

Uno degli obiettivi principali è di coniugare la domanda d'innovazione ed alta specializzazione nel settore della tutela delle risorse idriche con la scelta strategica di puntare sulle tecnologie *smart*, che prevedano un coinvolgimento attivo dei cittadini nella gestione del territorio e nell'attuazione delle politiche ambientali, e sull'*intelligenza artificiale*, in particolare sugli algoritmi di *machine learning* e *deep learning*, che permettono di individuare *pattern*, modelli, schemi ricorrenti, a partire da *big data* ed elaborare informazioni statistiche previsionali.

Infatti, la vera rivoluzione delle *smart technologies* si riferisce alla produzione di ingenti quantitativi di dati distribuiti che, con lo sviluppo di tecnologie



interoperative, può determinare il coinvolgimento diretto delle comunità locali con percorsi di *responsabilizzazione efficace* e *democratizzazione della risorsa*, in grado favorire diffusione e scambio di informazioni tra decisori, gestori e soprattutto con le *Smart Communities*, generando una base di conoscenza diffusa che, finendo con l'incidere direttamente sul versante educativo e dei comportamenti, possa determinare come risultato una migliore protezione ambientale.

In tale direzione l'ubiquità dell'acqua, in ogni declinazione della vita sociale e produttiva, costituisce l'elemento naturale per canalizzare informazioni e per consolidare una nuova cultura di *Smart Communities* per la tutela dell'ambiente.



# ACQUA COMUNI TERRITORIO: L'IMPEGNO DI AQP

Giuseppe Valentini

*Direttore Best Practice HSE di Acquedotto Pugliese SpA*

Il Gruppo Acquedotto Pugliese è costituito dalla Capogruppo Acquedotto Pugliese SpA e dalla controllata ASECO S.p.A.

AQP opera nel settore dei servizi idrici, con un bacino di utenza di oltre 4 milioni di abitanti serviti, pari a circa il 7% dell'intero mercato nazionale.

In particolare, AQP gestisce il Servizio Idrico Integrato (S.I.I.) nell'Ambito Territoriale Ottimale Puglia, il più grande ATO italiano in termini di estensione, nonché il servizio idrico in alcuni comuni della Campania appartenenti all'Ambito Distrettuale Calore-Irpino; fornisce, altresì, risorsa idrica in sub-distribuzione ad Acquedotto Lucano S.p.A., gestore del S.I.I. per l'ATO Basilicata.

## **I PRINCIPALI NUMERI DI AQP 2018**

**255 COMUNI SERVITI DA ACQUEDOTTO 240 SERVITI DA FOGNATURA 255 SERVITI DA DEPURAZIONE**

**4.051.850 DI CITTADINI SERVITI CON OLTRE 1.018.039 DI CONTRATTI**

**183 IMPIANTI DI DEPURAZIONE GESTITI DI CUI 9 DOTATI ANCHE DI AFFINAMENTO PER IL RIUTILIZZO IRRIGUO; UNO DI TALI AFFINAMENTI È IN CUSTODIA MANUTENTIVA**

**1.983 DIPENDENTI DI CUI 99% A TEMPO INDETERMINATO**

**OLTRE 25.000 KM DI RETI IDRICHE GESTITE E 12.000 KM DI RETI FOGNANTI GESTITE**

**452.000 PARAMETRI PER LE ANALISI DI ACQUA POTABILE**

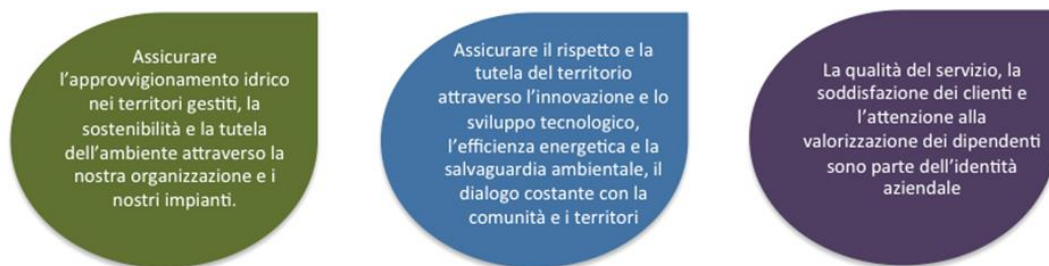
**218.234 TON DI FANGHI PRODOTTI DI CUI 148.035 TON DI FANGHI RIUTILIZZATI E 70.199 TON DI FANGHI SMALTITI IN DISCARICA**

**79.970 TON DI RIFIUTI TRATTATI DA ASECO**

**523 GWH DI ENERGIA ELETTRICA CONSUMATA DI CUI 5,1 GWH DI ENERGIA ELETTRICA (PRODotta DA NOSTRE FONTI RINNOVABILI) CON 2.072 TON CO2 RISPARMIATE**



## Mission Vision e Valori di AQP



Il Modello di Business di AQP mira a creare valore **sostenibile e condiviso** per l'azienda e per la comunità di riferimento.

L'azione svolta da AQP è finalizzata a migliorare la qualità della vita dei cittadini e delle imprese che operano sul territorio, attraverso i servizi del sistema idrico integrato, garantiti da alti standard di qualità e modalità efficiente. Il percorso di crescita di AQP è determinato anche dalla costante innovazione tecnologica e dai continui investimenti mirati all'ammodernamento della rete e delle infrastrutture, con l'obiettivo di fornire ai cittadini una qualità del servizio sempre migliore.



In particolare *il sistema idrico integrato* inteso come l'insieme dei servizi idrici connessi con l'utilizzo umano della risorsa idrica, ha un marcato profilo ambientale che si accompagna ad altre caratteristiche di servizio pubblico prevalentemente determinate dalla rilevanza sociale dell'acqua e della sua essenzialità per la vita dei cittadini. Il servizio è assicurato realizzando le seguenti diverse fasi di processo: la captazione dell'acqua potabile, la potabilizzazione, il trasporto e la distribuzione per usi civili, la raccolta e la depurazione delle acque reflue.

Più in generale, AQP intende proseguire ed incrementare le occasioni di confronto e dialogo con i propri *stakeholder*, al fine di intercettare attese, aspettative e indirizzare al meglio i propri obiettivi strategici.





Con il termine “bilancio di sostenibilità” ci si riferisce comunemente al documento attraverso cui le imprese rendicontano ai vari portatori di interessi (stakeholder) le ricadute positive e negative del proprio operato nel contesto economico, sociale ed ambientale di riferimento. AQP predispone e pubblica il proprio Bilancio di Sostenibilità dal 2014. La predisposizione del bilancio di sostenibilità di AQP è stata per lungo tempo un’iniziativa volontaria. A partire dal 2017 il legislatore ne ha sancito l’obbligatorietà per le aziende quotate e per quelle che hanno emesso strumenti finanziari in mercati regolamentati.

Dal 2018 AQP ha scelto di evolvere il proprio Bilancio di Sostenibilità nel Report Integrato contenente i bilanci economici e consolidati del gruppo insieme alla Dichiarazione non Finanziaria prevista dalla nuova normativa. AQP, pur non ricadendo tra i soggetti obbligati (D.Lgs. 254/2016 di recepimento della Direttiva 2014/95/UE riguardante l’obbligo di “comunicazione di informazioni di carattere non finanziario e di informazioni sulla diversità da parte di talune imprese e di taluni gruppi di grandi dimensioni”), ha coscienza dell’inadeguatezza delle misurazioni di natura economica e finanziaria (il bilancio d’esercizio) nel rappresentare la complessità dei contesti nei quali le aziende dei servizi pubblici si trovano ad operare, e della necessità di costruire momenti di dialogo e partecipazione con i vari portatori di interessi. Una pratica che sicuramente, col tempo, sarà estesa a tutte le aziende del settore idrico, considerata la peculiare natura del bene acqua e la centralità delle ricadute ambientali e sociali del ciclo idrico. In tale ottica AQP ha fornito il proprio supporto al progetto di Utilitalia (associazione di categoria alla quale la società è associata) finalizzato alla promozione della rendicontazione non finanziaria che ha portato alla produzione del primo Report di Sostenibilità del settore. Al fine di prevenire il rischio della autoreferenzialità ed allo scopo di aderire alle indicazioni fornite alle Società Controllate dalla Regione Puglia con il Regolamento Regionale n.1/2019 Bilancio sociale della Regione Puglia - Legge Regionale 7 aprile 2014, n. 15 - art. 3 -



Regolamento attuativo, AQP ha scelto di aderire alle linee guida sviluppate da organismi dotati di un riconoscimento a livello internazionale e nazionale, quali il *Global Reporting Initiative* (GRI) e il Gruppo di studio per il Bilancio Sociale (GBS). L'esistenza di schemi standardizzati di rendicontazione socio-ambientale permette di definire i contenuti da fornire a terzi, nonché gli elementi del processo di rendicontazione ritenuti utili per aumentare l'efficacia dell'informativa. Il modus operandi che il bilancio di sostenibilità presuppone e le forme di dialogo tra le parti permettono di dar conto della complessa interdipendenza tra fattori economici, sociali e ambientali, e consentono di valutare il valore e l'opportunità delle attività intraprese costituendo la base della creazione di "consenso sociale" e legittimazione del ruolo di AQP quale azienda pubblica, attraverso la costruzione di fiducia da parte degli utenti, del proprio personale e dell'opinione pubblica. Inoltre, nella sua qualità di Presidente della Commissione Mezzogiorno di Utilitalia, Acquedotto Pugliese ha impostato nel corso del 2018 anche le linee di azione comuni per le imprese del Sud Italia, con particolare attenzione alle politiche di sostenibilità, ai livelli di innovazione e digitalizzazione, a percorsi formativi condivisi su tematiche di interesse comune, alla definizione di una strategia di azione e confronto con i principali interlocutori istituzionali, allo studio delle possibili forme di collaborazione e sinergia tra le aziende della Rete Sud. Tutto ciò in coerenza con la "costruzione di un futuro inclusivo, sostenibile e resiliente per la popolazione e il Pianeta", finalità a cui guarda l'Organizzazione delle Nazioni Unite (ONU) attraverso i 17 *Sustainable Development Goals*, inseriti nell'Agenda 2030, il programma d'azione per le persone, il pianeta e la prosperità sottoscritto nel settembre 2015 dai governi dei 193 paesi membri.

In riferimento ai *Sustainable Development Goals*, AQP intende, in particolare, contribuire a perseguire i seguenti obiettivi: Salute e Benessere (Obiettivo 3), Acqua pulita e igiene (obiettivo 6), Energia pulita e accessibile (obiettivo 7), Lavoro dignitoso e crescita economica (obiettivo 8), Industria, Innovazione e Infrastrutture (obiettivo 9), Città e Comunità sostenibili (obiettivo 11), Consumo e produzione responsabili (obiettivo 12), Agire per il clima (obiettivo 13).

Da sempre AQP è impegnata nel realizzare l'innovazione nei processi core aziendali. Gli ambiti di intervento principali del 2018 riguardano:

- la riduzione della produzione dei fanghi da depurazione;
- il riutilizzo delle acque reflue;
- l'efficientamento energetico;
- la riduzione delle perdite idriche;
- l'introduzione di sistemi avanzati (smart grid) in un'ottica di industria 4.0.

attraverso 19 progetti di innovazione, per un impegno economico complessivo di 7,8 milioni di Euro.



Principali obiettivi del Piano di Sostenibilità AQP in linea con i Sustainable Development Goals dell'Agenda 2030 dell'ONU.

<b>3</b> SALUTE E BENESSERE	<p>Far leva sulla certificazione (ISO18001:2008): attenzione alla progressiva definizione di rischi e modalità per la minimizzazione degli stessi.</p>
<b>6</b> ACQUA POTABILE E SERVIZI IGIGIENICO-SANITARI	<p>Uso sostenibile delle risorse idriche</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ricerca nuove fonti idriche per ridurre la vulnerabilità del sistema</li> <li>- focalizzazione sul riuso (in agricoltura ed altre attività)</li> </ul> <p>Investimenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- depurazione : 246 M€</li> <li>- acquedotto: 120 M€</li> <li>- reti fognarie : 53 M€</li> <li>- riduzione perdite: 34 M€</li> </ul> <p>Water Safety Plan</p>
<b>7</b> ENERGIA PULITA E ACCESSIBILE	<p>Raddoppio produzione energia rinnovabile (vs 2017)</p> <p>Certificazione ISO 50001 e predisposizioni diagnosi energetiche</p>
<b>8</b> LAVORO DIGNITOSO E CRESCITA ECONOMICA	<p>Incremento dell'organico mirato al miglioramento del servizio</p> <p>Rafforzare il processo di formazione professionale rivolto anche al territorio attraverso "AQP WATER ACADEMY"</p> <p>Ampliamento piattaforma welfare - Progetto 'Bimbi in Ufficio'</p>
<b>9</b> IMPRESE, INNOVAZIONE E INFRASTRUTTURE	<p>Sviluppo IT e upgrade dei sistemi informativi</p> <p>Condivisione di competenze con il territorio, al fine di raccogliere le migliori practice di «innovazione digitale»</p>
<b>11</b> CITTÀ E COMUNITÀ SOSTENIBILI	<p>Valorizzazione delle sorgenti</p> <p>Estensione del servizio di depurazione</p> <p>Rafforzare l'immagine di AQP (Customer Experience), anche attraverso la semplificazione e digitalizzazione del rapporto con l'utente</p>
<b>12</b> CONSUMI E PRODUZIONE RESPONSABILI	<p>Sviluppo sinergico AQP - ASECO per la gestione integrale del ciclo dei fanghi/rifiuti</p> <p>Obiettivo: «Economia circolare» con riduzione dei volumi prodotti, massimo impiego in agricoltura e recupero di materia</p>

Il Gruppo AQP ha realizzato investimenti nel 2018 per un valore complessivo di Euro 146,8 milioni, dando maggior impulso agli investimenti del comparto reti, attraverso la progettazione e realizzazione di interventi finalizzati all'estensione, potenziamento e risanamento delle reti idriche e fognarie, e del comparto depurativo.





## Approvvigionamento della risorsa idrica

Il sistema di approvvigionamento gestito da AQP si struttura nei seguenti sei schemi: Sele-Calore, Pertusillo, Sinni, Fortore, Locone, Ofanto.

La principale caratteristica del sistema di grande adduzione gestito da AQP è il forte livello di interconnessione, che consente di trasferire la risorsa idrica da uno schema all'altro seguendo le variazioni di domanda e compensando i tassi di produzione variabili delle diverse fonti. Tale caratteristica, sviluppata negli anni per le particolari ciclicità stagionali pluriennali delle fonti di approvvigionamento, ha dato al sistema un'elevata resilienza agli effetti climatici ora perseguita anche dai gestori che, con l'abbondanza delle fonti disponibili, non avevano strutturato il loro approvvigionamento per fronteggiare gli effetti dei cambiamenti climatici. Tale sistema, tra i più lunghi al mondo (circa 5.000 km), garantisce l'approvvigionamento di risorsa idrica potabile alle seguenti Regioni: Campania (2% della popolazione), Basilicata (25% della popolazione), Puglia (100% della popolazione).

L'alimentazione di tale complesso di infrastrutture è garantita dalla risorsa prelevata dalle sorgenti situate in Campania, attraverso il prelievo di acqua superficiale da invasi artificiali e dalla falda profonda mediante pozzi. La principale caratteristica del sistema di grande adduzione gestito da AQP è il forte livello di interconnessione, che consente di trasferire la risorsa idrica da uno schema all'altro seguendo le variazioni di domanda e compensando i tassi di produzione variabili delle diverse fonti.

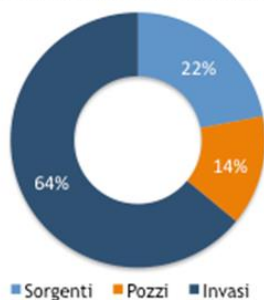
## Disponibilità idrica

L'apporto medio decennale delle diverse fonti utilizzate da AQP è pari a:

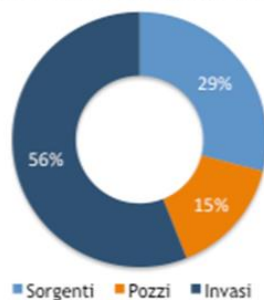
- 28% - Sorgenti;
- 58% - Invasi;
- 14% - Pozzi.

I grafici che seguono mostrano l'apporto per gli anni 2017 e 2018 per le diverse fonti.

Contributo in % delle diverse fonti (2017)



Contributo in % delle diverse fonti (2018)





## Potabilizzazione

AQP cura la gestione dei seguenti 5 impianti di trattamento per la produzione di acqua potabile: Fortore (Foggia), Locone (BAT), Sinni (Taranto), Pertusillo (Potenza), Conza (Avellino).

L'acqua prelevata dagli invasi viene sottoposta ad un trattamento di potabilizzazione in funzione della classificazione delle acque grezze effettuata dalle Autorità competenti ai sensi del vigente Codice dell'Ambiente. I suddetti impianti ricevono acqua grezza da sottoporre a trattamento di potabilizzazione dai seguenti invasi:

- Fortore - invaso di Occhito (Molise);
- Locone – invaso di Locono;
- Sinni - invaso di Monte Cotugno (Basilicata);
- Pertusillo – invaso del Pertusillo;
- Conza – invaso di Conza.

Il flusso idrico in uscita da detti impianti di potabilizzazione, dopo il trattamento, viene immesso nelle reti di adduzione e distribuzione fino all'utenza.

## Reti idriche

Acquedotto Pugliese assicura il servizio di acquedotto in 255 Comuni ricadenti nell'ATO Puglia e nell'Ambito Distrettuale Calore Irpino. Di seguito sono riportati i dati di consistenza della rete idrica di adduzione e distribuzione.

Rete Idrica	2016	2017	2018
Adduzione (km)	5.140	5.140	5.140
Distribuzione (km)	14.862	14.982	15.137
<b>Lunghezza rete principale (km)</b>	<b>20.002</b>	<b>20.122</b>	<b>20.277</b>

## Reti di fognatura nera

Acquedotto Pugliese assicura il servizio di fognatura in 240 Comuni ricadenti nell'ATO Puglia e nell'Ambito Distrettuale Calore Irpino, attraverso oltre 12.000 km di rete.

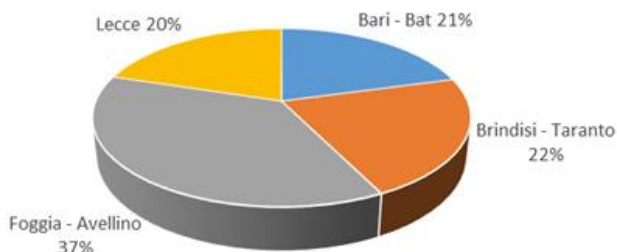
Rete di Fognatura	2016	2017	2018
Lunghezza rete (km)	11.770	11.996	12.094



## Depurazione

Le acque reflue depurate sono consegnate in diverse tipologie di recapito che, al 31 dicembre 2018, risultano così distinte:

Distribuzione Territoriale impianti di depurazione



29 impianti recapitano in acque marino costiere (AMC);

9 impianti recapitano in corpi idrici superficiali (CIS);

143 impianti recapitano sul suolo mediante trincee, corpi idrici superficiali non significativi, campi di spandimento e sub-irrigazione;

2 impianti (Casamassima e Manduria) scaricano ancora in recapiti non conformi per i quali sono in corso i relativi adeguamenti.

La potenzialità complessiva degli impianti gestiti è pari a 5.626.895 A.E. (Abitanti Equivalenti) classificata come indicato in tabella.

Classe di potenzialità	n. impianti
A.E. $\leq$ 2.000	12
2.000 < A.E. $\leq$ 10.000	52
10.000 < A.E. $\leq$ 100.000	110
A.E. > 100.000	9

Nel medesimo comparto depurativo, al 31 dicembre 2018, risultano comprese 50 opere terminali gestite, di cui:

- 18 condotte sottomarine;
- 28 trincee drenanti;
- 3 campi di spandimento;
- 1 subirrigazione.



L'efficienza depurativa è monitorata anche attraverso l'analisi dei parametri caratterizzanti i reflui in ingresso, in uscita e lungo le fasi del processo depurativo. Nel 2018 sono stati effettuati 22.029 campioni per circa 168.419 parametri dei reflui in ingresso, in uscita e lungo le fasi del processo depurativo.

Volume riutilizzato in agricoltura (mc/anno)	2016	2017	2018
Corsano	137.995	148.160	168.005
Gallipoli	21.250	122.074	104.757
Ostuni	59.352	131.558	36.366
Casarano	-	500	-
<b>TOTALE</b>	<b>218.597</b>	<b>402.292</b>	<b>309.128</b>

### Efficienza energetica

In linea con i principi comunitari di promozione dell'uso efficiente dell'energia, della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, e seguendo la strada virtuosa che Acquedotto Pugliese ha ormai intrapreso da tempo, il 2018 è stato un anno particolarmente sfidante anche per i temi energetici.

	U.M.	2016	2017	2018
Punti di prelievo	n.	1.658	1.666	1.692
Potenza disponibile contrattuale	kW	185.163	185.504	185.710
Consumo di energia elettrica	GWh	541	562	523

PRODUZIONE DI ENERGIA	U.M.	2016	2017	2018
Totale energia elettrica prodotta	GWh	3,42	2,82	5,1
Quota di energia prodotta da fonti rinnovabili	%	100	100	100
Energia prodotta da idroelettrico	GWh	2,01	1,27	3,53
Energia prodotta da fotovoltaico	GWh	1,41	1,55	1,57
Volumi di energia elettrica venduta	GWh	2,01	1,27	3,61
Energia prodotta su vendita	%	1,70	2,22	1,41
Energia prodotta su consumata	%	0,63	0,50	0,97



Inoltre, si è dato seguito alle “Linee Guida propedeutiche all’implementazione in Acquedotto Pugliese del sistema di gestione dell’energia conforme allo standard ISO 50001”, predisposte nel 2017, con l’avvio della successiva fase di progettazione del Sistema di Gestione dell’Energia. Infatti, per tutto il 2018, si è dato corso ad avviare il piano delle azioni correttive per colmare i gap individuati, con evidenza per ciascun punto della Norma, delle singole attività e dei documenti da implementare. L’ambizioso obiettivo di AQP è giungere all’ottenimento della certificazione ISO 50001 entro fine 2019.

### **Depuratore Porto Cesareo**



A fine giugno 2018 sono terminati i lavori di adeguamento dell’impianto di depurazione di Porto Cesareo.

Le opere, per un importo di 6,5 milioni di euro, consentiranno l’attivazione di una nuova linea di trattamento delle acque, nel rispetto delle normative vigenti e in linea con le esigenze del territorio servito. Con l’impianto di Porto Cesareo salirà a 184 il numero dei depuratori gestiti da Acquedotto Pugliese sul territorio regionale, un parco impiantistico tra i più grandi ed evoluti d’Italia sia dal punto di vista tecnologico sia dal punto di vista della qualità delle acque rilasciate. Il progetto ha visto anche la realizzazione di opere di adeguamento della rete fognaria e la costruzione del collettore a servizio dell’abitato di Porto Cesareo. I lavori sono stati eseguiti nel pieno rispetto del contesto paesaggistico e urbanistico locale. I depuratori sono presidi sanitari a tutela del territorio e della qualità di vita complessiva dell’area servita, con l’esclusivo compito di restituire al loro ciclo naturale e con modalità compatibili e rispettose dell’ambiente, le acque provenienti dalle abitazioni dei cittadini allacciate regolarmente alla pubblica fogna.



## **Impianto di sollevamento di Pilone**



Ulteriori opere per il miglioramento della situazione ambientale sono rappresentate dalla realizzazione della rete idrica e fognante a servizio delle zone marine di Ostuni. Dopo un lungo lavoro di progettazione e realizzazione con un continuo confronto con il territorio durato quasi 4 anni, sono oramai in fase di attivazione le reti idriche e fognarie realizzate che trovano il completamento con la realizzazione dell'Impianto di Sollevamento fognario di Pilone.



# ACQUA COMUNI e GEOLOGIA

Antonio Di Fazio

*Geologo, coordinatore commissione risorse idriche dell'Ordine Regionale dei Geologi di Puglia*

La scarsità della risorsa idrica, soprattutto nel bacino del Mediterraneo, pone la pressante questione non solo del risparmio idrico nelle attività antropiche, ma anche quella di reperire nuove fonti di approvvigionamento utili per il mantenimento degli agro-ecosistemi.

In Puglia il problema si acuisce a causa della scarsità di acque superficiali, conseguenza della sua struttura idrogeologica. Tuttavia le *acque sotterranee* di cui è ricca la Puglia rappresentano un patrimonio idrico, una riserva strategica che bisogna proteggere, valorizzare e incrementare.

In passato, una delle tecniche usate per aumentare la quantità di acqua estraibile dal sottosuolo era la “Ricarica artificiale delle falde”; si ricorda, a tal proposito, la pubblicazione dell'I.R.S.A.-CNR del 1988, il Quaderno n. 81, in cui si riassumeva lo stato dell'arte in Italia e nel mondo.

Per la ricarica si utilizzavano le acque di fiume o di canali di bonifica deviandole opportunamente nelle situazioni di piena in canali di spandimento o bacini di infiltrazione.

Da un punto di vista della comunicazione, oggi il termine *artificiale* non è più accettato dal mondo degli utilizzatori ed ecologico in generale; oggi si preferisce indicarli come:

- ricarica delle falde in condizioni controllate,
- ricarica intenzionale e controllata di un acquifero,
- ricarica indiretta di corpi idrici sotterranei.
- Managed Aquifer Recharge, MAR.

Tali tecniche rientrano tra gli interventi di geoingegneria ambientale, processi per cui il volume di acqua ordinariamente immagazzinato nel sottosuolo viene incrementato utilizzando la risorsa in eccesso.

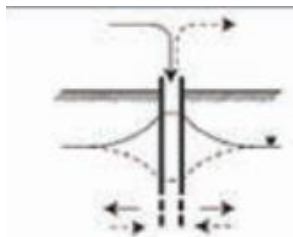
Gli obiettivi delle tecniche MAR sono: la ricarica di acquiferi sovrasfruttati, il contrasto all'intrusione marina, il recupero della qualità della falda, l'utilizzo del suolo come impianto di affinamento delle acque trattate da impianti di depurazione (soil-aquifer treatment), l'utilizzo di acque non-convenzionali: dissalate, depurate.

Gli interventi di geoingegneria ambientale più usati sono: i campi di smaltimento, le trincee disperdenti, gli ecofiltri drenanti, i pozzi di immissione, ecc.

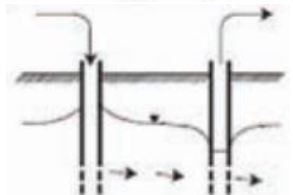


### **ASR – Aquifer storage and recovery**

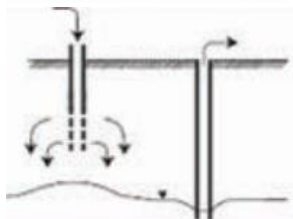
*Immissione ed estrazione in acquifero*



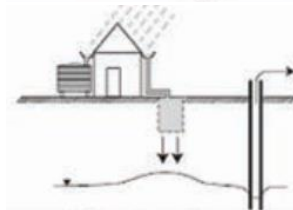
**ASTR = aquifer storage, transport and recovery**



**Pozzi di Immissione in zona insatura**



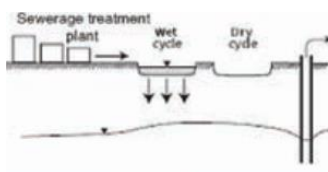
**Riutilizzo delle acque piovane**



### **Soil Aquifer Treatment**

*il suolo come impianto di affinamento delle acque trattate da impianti di depurazione.*

Trincee disperdenti sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo



(Schema tratto da Rossetto e Bonari, *Acque sotterranee*, 2014)

Le linee guida di cui all'ALL. 2 del Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia (PTA approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 230 del 20 ottobre 2009) prevedono altre forme di smaltimento sul suolo per i reflui civili che potrebbero essere mutuati anche per le acque meteoriche. In ambienti costieri con spiagge sabbiose e in presenza di dune costiere è opportuno installare Bacini di fitodepurazione. In ambienti costieri con linea di costa alta e



rocciosa, invece sono più opportuni pacchi filtranti di sabbia, terreno vegetale e apparato radicale *Phragmites australis* seguiti da trincea disperdente che può scaricare in falda (se con salinità > 20 g/l). Il passaggio dell'acqua attraverso strati di roccia del suolo e del sottosuolo conferisce un apporto qualitativo alle acque depurate e affinate che fa superare le perplessità degli agricoltori nell'uso di tali acque.

Gli interventi di geoeingegneria MAR necessitano di uno studio di fattibilità che individui le zone del suolo e sottosuolo (regionale o locale) in cui è possibile praticarli. Con tali studi si deve trovare la combinazione virtuosa tra:

- la presenza di una falda sotterranea idrogeologicamente capace di accogliere la ricarica,
- la presenza di un suolo e sottosuolo dotati di permeabilità sufficiente e necessaria per consentire la permeazione delle acque di alimentazione fino alla zona satura,
- la disponibilità di acqua (meteorica, dissalata, depurata e affinata) in eccesso da utilizzare.

È quindi indispensabile uno studio geologico e ingegneristico di ampio respiro per poter individuare le aree idonee alla installazione di tali sistemi di alimentazione e ricarica delle acque sotterranee, anche per evitare l'innescio di fenomeni di dissesto idrogeologico.

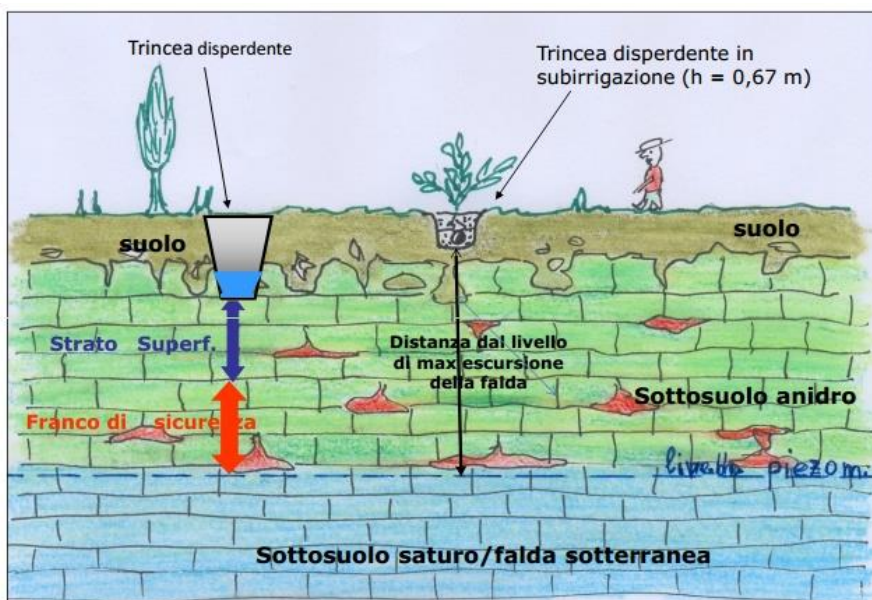


Fig.1. Stratigrafia schematica di suolo e sottosuolo secondo le definizioni del Regolamento Regionale della Puglia n. 26 del 2013.



Lo stesso studio si deve estendere alle prove di Permeabilità per calcolarne il relativo coefficiente ( $k$ ); esso è necessario per progettare la superficie filtrante necessaria a consentire l'infiltrazione delle portate di acqua disponibili.



Fig.2. Prova di permeabilità a carico variabile in pozzetto a base quadrata.

Sarà necessario prevedere nella progettazione l'alternanza di esercizio dei bacini o trincee disperdenti: infatti, con il tempo, la crescita microbica tende a ridurre la porosità del terreno per cui diventa indispensabile tenere il bacino in esercizio, per un certo periodo a secco.

L'AQP ha progettato di destinare i recapiti delle acque depurate e affinate fluenti da 33 impianti di depurazione in trincee e/o bacini disperdenti.



Fig. 3. Bacino disperdente dell'impianto AQP a Carovigno.



Tuttavia è molto importante l'attività di monitoraggio e manutenzione delle strutture preposte alle sistemazioni idrauliche realizzate al fine di evitare, ovvero ridurre, situazioni di pericolo per le persone e le cose che possono essere determinate da dissesti idrogeologici.

Seguono alcune raccomandazioni valide per tutti i comuni:

- UTILIZZARE PAVIMENTAZIONI PERMEABILI PER CONSENTIRE UNA INFILTRAZIONE DIFFUSA DELL'ACQUA METEORICA (fig. 4);



Fig. 4. Esempi di pavimentazioni permeabili.

- ELIMINARE L'OCCLUSIONE DI BRIGLIE E DEI BACINI DI DISSIPAZIONE (fig. 5);

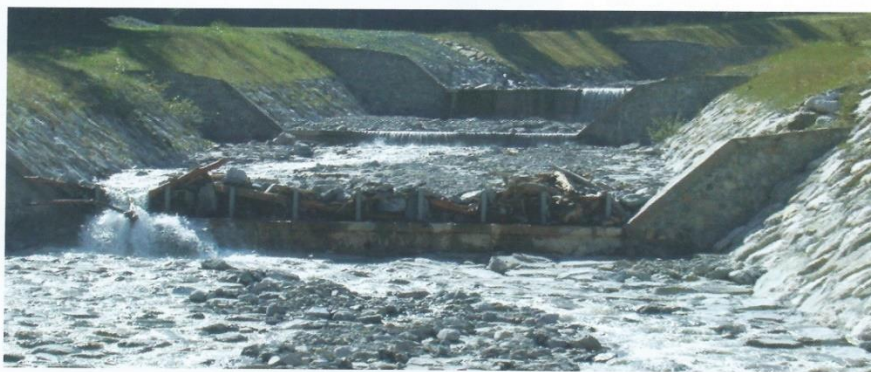


Fig. 5. L'eliminazione dalle briglie dei materiali trasportati dalle piene ne consente la corretta funzionalità



- TENERE IN BUONA MANUTENZIONE LE VIE D'ACQUA, SIA NATURALI CHE ARTIFICIALI (fig. 6);



Fig. 6. La pulizia di canali, torrenti, ecc. è fondamentale per prevenire il dissesto idrogeologico.

- PULIRE LE CADITOIE STRADALI (fig. 7);



Fig. 7. Le caditoie stradali ostruite sono causa di allagamenti.



- CURARE I RIMBOSCHIMENTI NELLE SISTEMAZIONI IDRAULICO-FORESTALI (fig. 8);

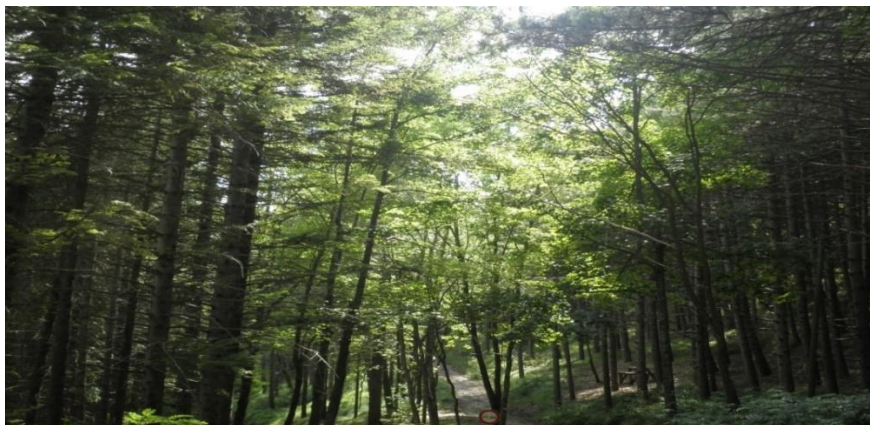


Fig. 8. La cura dei rimboschimenti forestali è fondamentali ai fini della funzionalità di tali luoghi.

- RIDURRE O ELIMINARE IL CONSUMO DEL SUOLO (fig. 9).



Fig. 9. Ridurre il consumo di suolo limita il rischio idrogeologico.

Risulta evidente come le conoscenze scientifiche in campo geologico e idrogeologico consentano le progettazioni per un utilizzo ottimale e naturale del territorio, sfruttandone quelle potenzialità che aiutano lo sviluppo della società, evitando quelle azioni che possono rivelarsi ecologicamente controproducenti se non addirittura pericolose per l'uomo e le cose.



# ACQUA COMUNI E MITIGAZIONE DEL DISSESTO IDROGEOLOGICO CON TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA

Giovanni Russo

Capo Settore Forestale - Consorzio di Bonifica Montana del Gargano

## 1. Premessa

Con il termine “dissesto idrogeologico” si fa riferimento, genericamente, a tutti quei fenomeni di tipo morfologico caratterizzati da azioni che generano un degrado del suolo, quindi, principalmente, all'erosione delle coste, alle frane e alle alluvioni. La normativa più recente sull'argomento definisce il "dissesto idrogeologico" come la *«condizione che caratterizza aree ove processi naturali o antropici, relativi alla dinamica dei corpi idrici, del suolo o dei versanti, determinano condizioni di rischio sul territorio»* (D. Lgs. n. 152/2006, art. 54, c. 1, lettera v). Dal punto di vista scientifico si fa riferimento alla definizione coniata dal “Gruppo nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche” istituito nel 1984 dal Ministro per la Ricerca Scientifica e Tecnologica, e cioè *"qualsiasi disordine o situazione di squilibrio che l'acqua produce nel suolo e/o sottosuolo"*. *“Il dissesto idrogeologico costituisce un tema di particolare rilevanza per l'Italia a causa degli impatti sulla popolazione, sulle infrastrutture lineari di comunicazione e sul tessuto economico e produttivo. Il forte incremento delle aree urbanizzate, verificatosi a partire dal secondo dopoguerra, spesso in assenza di una corretta pianificazione territoriale, ha portato a un considerevole aumento degli elementi esposti a frane e alluvioni e quindi del rischio. Le superfici artificiali sono passate infatti dal 2,7% negli anni '50 al 7,65% del 2017. L'abbandono delle aree rurali montane e collinari ha inoltre determinato un mancato presidio e manutenzione del territorio”* (ISPRA, 2018).

In riferimento al mancato presidio territoriale legato alle attività di gestione agro-forestale tradizionali, basti pensare, per esempio, alla mancata manutenzione dei terrazzamenti con muretti a secco, immani opere dell'uomo, oggi, a ragione, considerati Patrimonio dell'Umanità dall'UNESCO. L'Italia è un paese sempre più caratterizzato da fenomeni alluvionali e franosi. L'elaborazione grafica (ISPRA 2018), in figura 1, evidenzia, in modo chiaro, il numero elevato di aree con pericolosità da frana e pericolosità idraulica sul territorio italiano in riferimento al 2017.

L'ingegneria Naturalistica svolge un ruolo particolarmente utile per la mitigazione del dissesto idrogeologico. Come evidenziato nello Statuto dell'AIPIN, Associazione Italiana per l'Ingegneria Naturalistica, le tecniche di Ingegneria



Naturalistica si utilizzano principalmente nei settori:

- *“della difesa del suolo (sistemazioni idraulico forestali, sistemazione idrogeologica dei bacini, sistemazione dei versanti in erosione e in frana superficiale, sistemazioni idrauliche dei corsi d’acqua naturali e dei canali di bonifica, sistemazioni delle coste e dei fondali);*

- *della rivegetazione e consolidamento di scarpate in ambito di infrastrutture (strade, ferrovie, metanodotti, elettrodotti, cave, discariche);*

- *delle coperture a verde pensile, degli ecosistemi filtro e depurazioni naturali in genere, e dei settori precedenti anche in ambiti urbani ed industriali”* (<https://www.aipin.it/associazione/statuto-nazionale/>).

## **2. La normativa di settore: alcuni riferimenti**

L’elevata incidenza di problemi legati al dissesto idrogeologico sul territorio italiano ha creato, nel corso del tempo, l’esigenza di strumenti legislativi necessari per arginare, fronteggiare e ridurre i rischi legati a tali problematiche.

Dopo l’alluvione del Polesine avvenuta nel 1951, viene emanata la Legge n.184/1952 “Piano orientativo ai fini di una sistematica regolazione delle acque e relazione annua del Ministero dei lavori pubblici”; successivamente è emanata la Legge n. 11/1962 “Piano di attuazione per una sistematica regolazione dei corsi di acqua naturali”.

Dopo le alluvioni del 1966, che riguardano diverse località italiane tra cui Firenze, è emanata la Legge n. 632/1967 “Autorizzazione di spesa per l’esecuzione di opere di sistemazione e difesa del suolo”, con cui si istituisce la Commissione Interministeriale per lo studio della sistemazione idraulica e di difesa del suolo, più nota come “Commissione De Marchi”.

Nel 1971 vengono istituite le Comunità Montane e con il D.P.R. n. 616/1977 sono trasferite alla Regioni le attività di sistemazione e conservazione idrogeologica, di manutenzione forestale e boschiva, nonché le funzioni relative alla determinazione del vincolo idrogeologico.

Nel 1989 è emanata la Legge n. 183/1989, “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”. Interessante ricordare la Legge n. 102/1990, nota come “Legge Valtellina”, nella quale per la prima volta in Italia viene citato il termine “Bioingegneria”, infatti nel comma 3 dell’art.6, si legge: *“Gli interventi di sistemazione idrogeologica nelle aree di maggiore rilevanza ambientale, di cui al comma 2, si attuano preferibilmente con l’impiego di tecniche di bioingegneria, con particolare riguardo alla sistemazione idraulica dei corsi d’acqua”*. Il Decreto Legge n. 109 del 1994 “Legge quadro in materia di lavori pubblici”, all’articolo 2, comma 1, così come modificata dalla Legge 18 novembre 1998, n. 415 (Merloni ter), introduce nella normativa nazionale il termine **“Ingegneria Naturalistica”**.



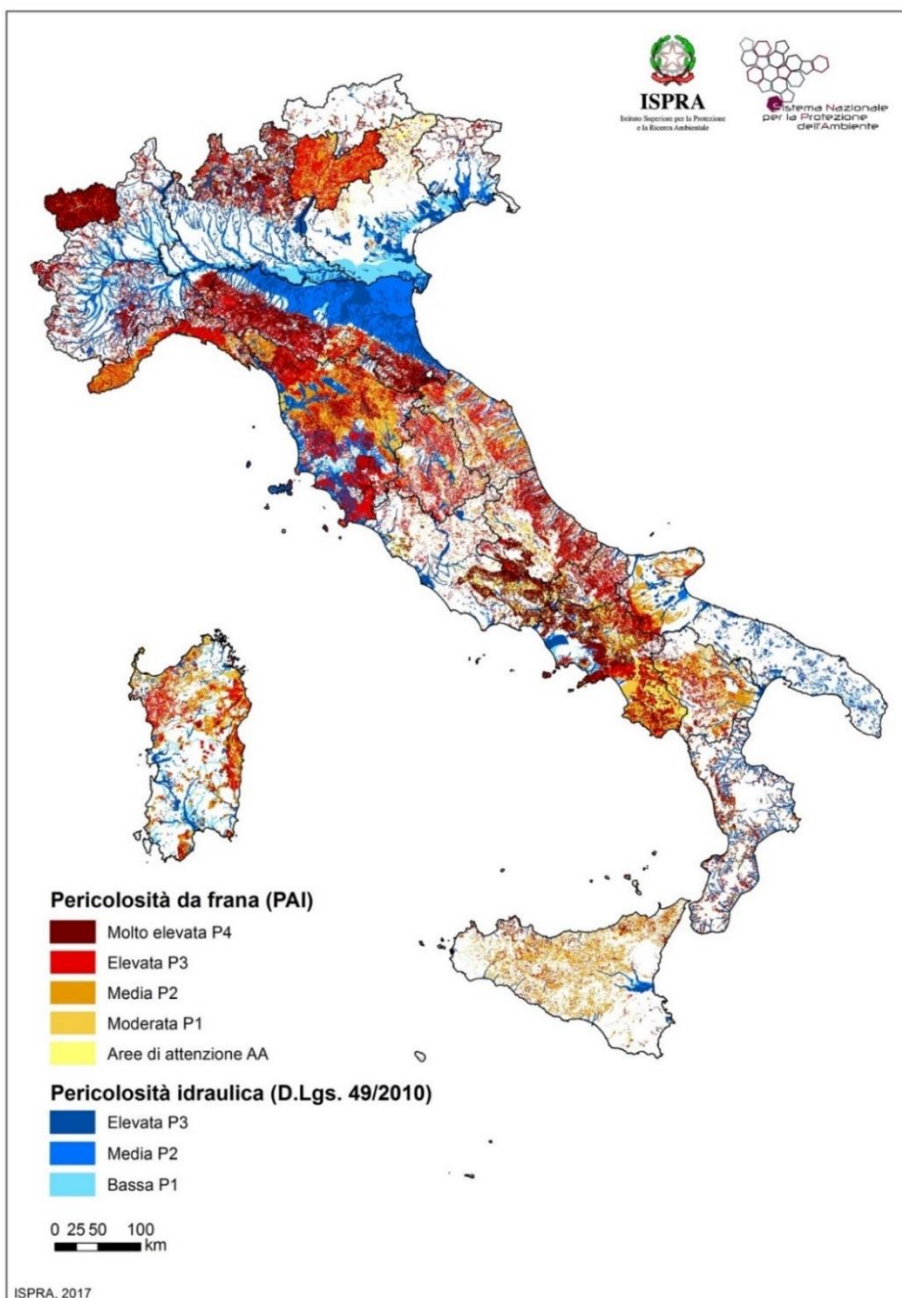


Fig. 1. Italia, aree con pericolosità da frana e pericolosità idraulica.

Elaborazione 2017 - Fonte: ISPRA 2018

[http://www.isprambiente.gov.it/files2018/pubblicazioni/rapporti/rapporto-dissesto-idrogeologico/Rapporto\\_Dissesto\\_Idrogeologico\\_ISPRA\\_287\\_2018\\_Web.pdf](http://www.isprambiente.gov.it/files2018/pubblicazioni/rapporti/rapporto-dissesto-idrogeologico/Rapporto_Dissesto_Idrogeologico_ISPRA_287_2018_Web.pdf)



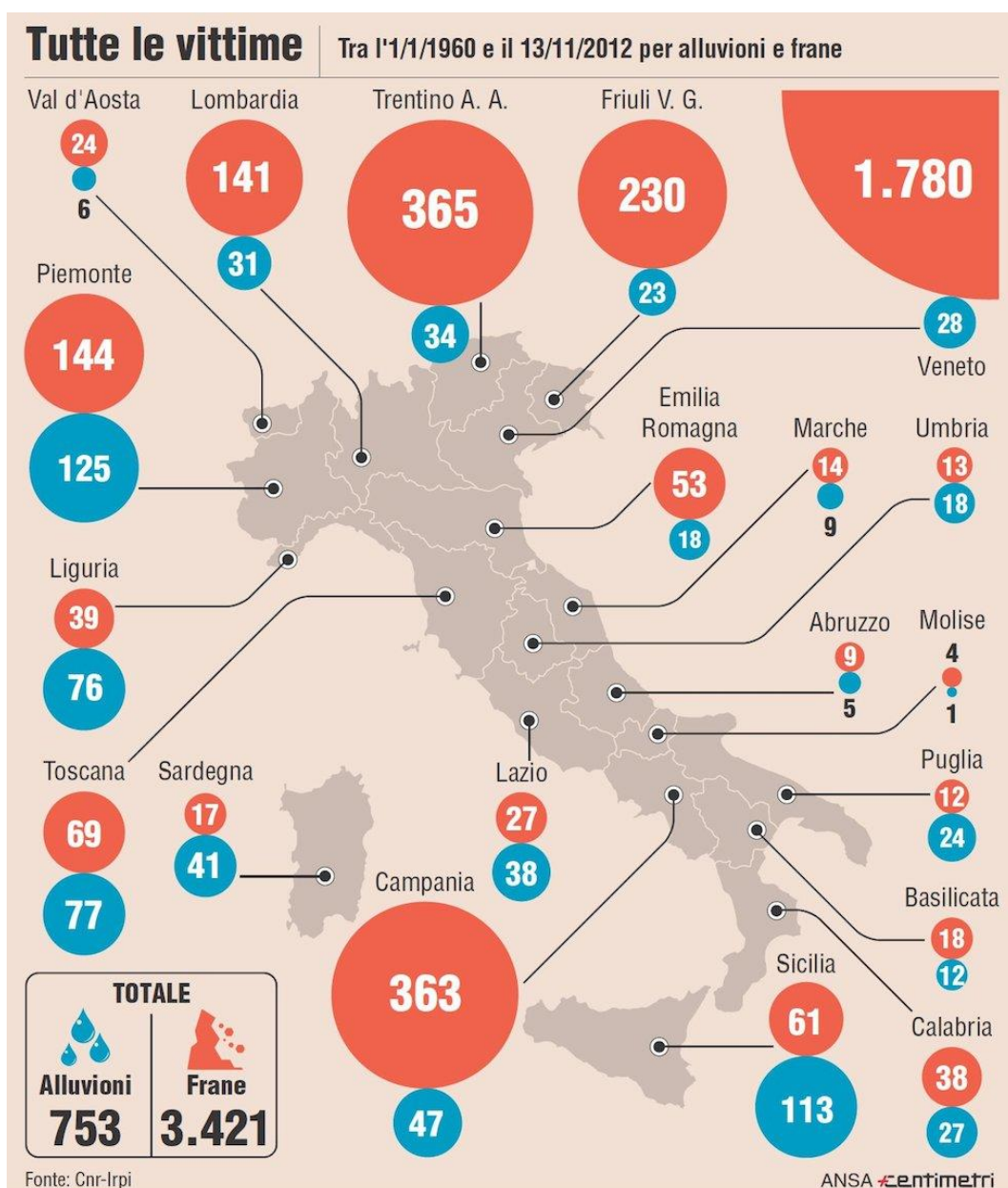


Fig. 2. Italia, numero di vittime causate da frane e alluvioni nel periodo 1960-2012 (Fonte: infografica su dati CNR-ISPRI in <https://www.ilpost.it/2013/11/19/infografica-alluvioni-frane-italia/>)



Nel 1997 viene emanato il Decreto Ministeriale “Direttive tecniche per l’individuazione e perimetrazione da parte delle Regioni a rischio idraulico” e nell’anno successivo si ha il cosiddetto *Decreto Sarno*, dopo l’evento alluvionale che ha riguardato il comune di Sarno, in Campania, a maggio del 1998. Sempre nello stesso anno è emanata la Legge n. 267/1998 “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180, recante misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania”. Nel 1999 viene emanato il Decreto Legislativo n.152, relativo a “Disposizioni sulla tutela delle acque dall’inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall’inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole”.

Il Decreto Legislativo n. 152/2006 che “ha come obiettivo primario la promozione dei livelli di qualità della vita umana, da realizzare attraverso la salvaguardia ed il miglioramento delle condizioni dell’ambiente e l’utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali” (art. 2) e che, come evidenziato nell’art. 1, “disciplina, in attuazione della legge 15 dicembre 2004, n. 308,

- a) *nella parte seconda, le procedure per la valutazione ambientale strategica (VAS), per la valutazione d’impatto ambientale (VIA) e per l’autorizzazione ambientale integrata (IPPC);*
- b) *nella parte terza, la difesa del suolo e la lotta alla desertificazione, la tutela delle acque dall’inquinamento e la gestione delle risorse idriche;*
- c) *nella parte quarta, la gestione dei rifiuti e la bonifica dei siti contaminati;*
- d) *nella parte quinta, la tutela dell’aria e la riduzione delle emissioni in atmosfera;*
- e) *nella parte sesta, la tutela risarcitoria contro i danni all’ambiente”.*

La Dir. n. 2007/60/CE, nota come *Direttiva Alluvioni*, istituisce “un quadro per la valutazione e la gestione dei rischi di alluvioni volto a ridurre le conseguenze negative per la salute umana, l’ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche connesse con le alluvioni all’interno della Comunità. In linea con i principi internazionali di gestione dei bacini idrografici già sostenuti dalla *Direttiva 2000/60/CE* (Direttiva Acque), la Direttiva Alluvioni promuove un approccio specifico per la gestione dei rischi di alluvioni e un’azione concreta e coordinata a livello comunitario, in base alla quale gli Stati membri dovranno individuare tutte le aree a rischio di inondazioni, mappare l’estensione dell’inondazione e gli elementi esposti al rischio in queste aree e adottare misure adeguate e coordinate per ridurre il rischio di alluvione” (<http://www.pcn.minambiente.it/mattm/direttiva-alluvioni/>).

La Direttiva Alluvioni è successivamente recepita in Italia con Il Decreto Legislativo n. 49 nel 2010.

In Puglia il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI), che costituisce Piano Stralcio del Piano di Bacino, ai sensi dall’articolo 17 comma 6 ter della Legge 18 maggio



1989, n. 183, è stato elaborato dalla Autorità di Bacino regionale (istituita con L.R. 19/2002) e approvato il 30/11/2005 con le relative Norme Tecniche di Attuazione (NTA).

“Con D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. sono state soppresse le Autorità di Bacino di cui alla ex L.183/89 e istituite, in ciascun distretto idrografico, le Autorità di Bacino Distrettuali. Ai sensi dell'art. 64, comma 1, del suddetto D.Lgs. 152/2006, come modificato dall'art. 51, comma 5 della Legge 221/2015, il territorio nazionale è stato ripartito in 7 distretti idrografici tra i quali, per quello che interessa la Puglia, quello dell'Appennino Meridionale, comprendente i bacini idrografici nazionali Liri-Garigliano e Volturno, i bacini interregionali Sele, Sinni e Noce, Bradano, Saccione, Fortore e Biferno, Ofanto, Lao, Trigno ed i bacini regionali della Campania, della Puglia, della Basilicata, della Calabria, del Molise. Le Autorità di Bacino Distrettuali, dalla data di entrata in vigore del D.M. n. 294/2016, a seguito della soppressione delle Autorità di Bacino Nazionali, Interregionali e Regionali, esercitano le funzioni e i compiti in materia di difesa del suolo, tutela delle acque e gestione delle risorse idriche previsti in capo alle stesse dalla normativa vigente nonché ogni altra funzione attribuita dalla legge o dai regolamenti. Con il DPCM del 4 aprile 2018 (pubblicato su G.U. n. 135 del 13/06/2018) - emanato ai sensi dell'art. 63, c. 4 del decreto legislativo n. 152/2006 - è stata infine data definitiva operatività al processo di riordino delle funzioni in materia di difesa del suolo e di tutela delle acque avviato con Legge 221/2015 e con D.M. 294/2016. Attualmente la ex autorità di Bacino della Puglia è definita come *Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale Sede Puglia*” (<http://www.adb.puglia.it/public/news.php?extend.395>).

### **3. L'Ingegneria Naturalistica**

Nell'ambito di una moderna ridefinizione del ruolo delle Sistemazioni Idraulico Forestali (SIF) nella difesa del territorio, è necessario fare alcuni chiarimenti, primo fra tutti l'origine dell'Ingegneria Naturalistica ed i suoi rapporti con la disciplina da cui deriva. L'impiego della vegetazione nelle opere per la sistemazione del territorio ed in particolare di quello montano, infatti, è stato lungamente guidato dalla necessità pratica di utilizzare materiale economico e disponibile sul posto, piuttosto che per motivazioni di carattere ambientale. Ciò che ha dato origine alla *Ingenieurbiologie* (termine che viene tradotto nelle diverse lingue in modo diverso, in Italia inizialmente come Bioingegneria) è qualcosa di diverso dal semplice impiego della vegetazione come materiale da costruzione. Sicuramente non può essere fatta risalire al primitivo impiego di legname o piante per realizzare recinzioni o semplici manufatti. Ad una prima analisi essa potrebbe essere ricondotta agli anni '50 del secolo scorso quando alcune delle tecniche SIF tradizionali vengono maggiormente valorizzate e Kraudener (1951) intitola il suo volume proprio *Ingenieurbiologie*. In realtà la sua origine è assai più articolata.



Essa nasce nel mondo di lingua tedesca dall'innesto del bagaglio tecnico sviluppato nella difesa del territorio (ed in particolare nelle sistemazioni montane) su un substrato culturale molto particolare. Le tecniche e le conoscenze sviluppate nelle sistemazioni montane, verso la fine dell'800, infatti, hanno trovato un terreno reso fertile da quei movimenti sociali e culturali che, sempre nello stesso periodo, manifestavano le prime preoccupazioni per la difesa dell'ambiente naturale dai danni provocati da uno sviluppo urbano e industriale disordinato (Di Fidio e Bischetti, 2008). “Nel pensiero tecnico-scientifico tedesco, la *Ingenieurbiologie* costituisce un settore comune tra la costruzione del paesaggio e le Sistemazioni Idraulico Forestali, la cui concezione generale associa metodi costruttivi con materiali vivi o misti e metodi costruttivi con materiali morti” (Bischetti e D'Agostino, 2010).

In Ingegneria Naturalistica “vengono impiegati i termini: “ingegneria” in quanto si utilizzano dati tecnici e scientifici a fini costruttivi, di consolidamento ed antierosivi; “naturalistica” in quanto tali funzioni sono legate ad organismi viventi, in prevalenza piante di specie autoctone, con finalità di ricostruzione di ecosistemi tendenti al naturale ed all’aumento della biodiversità”. (<https://www.aipin.it/associazione/codice-deontologico/>)

L'ingegneria naturalistica è una disciplina tecnica che utilizza le piante vive negli interventi antierosivi e di consolidamento in genere in abbinamento con altri materiali (paglia, legno, pietrame, reti metalliche, biostuoie, geotessuti, ecc.). I campi di applicazione sono vari e spaziano dai problemi classici di erosione dei versanti, delle frane, delle sistemazioni idrauliche in zona montana, a quelli del reinserimento ambientale delle infrastrutture viarie (scarpate stradali e ferroviarie), delle cave e discariche, delle sponde dei corsi d'acqua, dei consolidamenti costieri, a quelli dei semplici interventi di rinaturalizzazione e ricostruzione di elementi delle reti ecologiche.

I principali campi di applicazione delle tecniche d'Ingegneria Naturalistica sono:

- *Tutela del suolo, in generale: sistemazione di frane, consolidamento, bonifica e riqualificazione ecologica di versanti naturali soggetti a dissesti idrogeologici;*
- *Sistemazioni idrauliche spondali: consolidamento e riqualificazione ecologica di sponde di corsi d'acqua, laghi ed invasi; di sponde soggette ad erosione con contestuale rinverdimento; costruzione di briglie e pennelli; creazione di rampe di risalita per l'ittiofauna; realizzazione di ambienti idonei alla sosta ed alla riproduzione degli animali; rinaturalizzazione di dighe in terra;*
- *Sistemazione di porti, coste, stabilizzazione dune costiere;*



- *Consolidamento e stabilizzazione delle scarpate in ambito stradale e ferroviario;*
- *Costruzione di vasche di sicurezza ed ecosistemi filtro a valle di scarichi idrici;*
- *Ricostruzione di habitat, consolidamento e riqualificazione ecologica di versanti denudati derivanti da azioni di progetti infrastrutturali;*
- *Realizzazione di nuove unità ecosistemiche in grado di aumentare la biodiversità locale o territoriale e/o di offrire fruizioni di tipo naturalistico;*
- *Realizzazione di nuove strutture ambientali in grado di garantire la permanenza e la mobilità della fauna protetta;*
- *Ripristino di aree attraversate da metanodotti e condotte interrato;*
- *Interventi di riqualificazione di aree destinate a interporti, centrali elettriche, insediamenti industriali;*
- *Ripristino di cave e discariche: consolidamento e riqualificazione ecologica dei fronti di cava e delle discariche;*
- *Realizzazione di coperture verdi (edilizia, industria): dal verde pensile alla riduzione delle superfici impermeabilizzate.*

*(Manuale tecnico di Ingegneria Naturalistica della Provincia di Terni Applicabilità delle tecniche, limiti e soluzioni)*

Quindi, per quanto riguarda il dissesto idrogeologico, l'Ingegneria Naturalistica viene utilizzata sia per interventi antiersivi sia per la regimentazione dei corsi d'acqua.

L'Ingegneria Naturalistica prevede l'utilizzo, come già detto, di materiali da costruzione costituiti in prevalenza da specie vegetali vive, più idonee e preferibilmente reperibili in loco. Tali specie vengono utilizzate per sfruttare la loro capacità di mitigare e contenere l'erosione superficiale, di stabilizzare i dissesti più modesti ma soprattutto di proteggere l'area dagli agenti erosivi per il suolo ed in particolare dagli effetti delle precipitazioni meteoriche.

L'attività dell'Ingegneria Naturalistica si limita ad interventi prevalentemente superficiali e/o poco profondi, in quanto l'entità delle forze in gioco deve essere assorbita dalla resistenza delle radici e dalla combinazione tra essenze vive e altri materiali. Situazioni di instabilità che coinvolgono masse di una certa entità e profondità, vanno trattate con l'impiego di metodologie proprie delle sistemazioni idraulico-forestali, che a loro volta utilizzano o possono utilizzare combinazioni tra interventi di Ingegneria Civile e Ingegneria Naturalistica.



In sostanza, se per gli interventi meno impegnativi le piante impiegate, da sole, garantiscono l'efficacia dell'opera, negli interventi più importanti, agli organismi viventi si debbono associare elementi inerti (principalmente legno e pietra, ma anche ferro e acciaio) con i quali si costituisce la struttura stabilizzante.

In ogni caso, è deontologicamente corretto impiegare la minima tecnologia necessaria per la risoluzione del problema; non sono ammesse opere sovradimensionate o comunque opere a complessità eccessiva rispetto al problema da risolvere (Legge del minimo, Fig. 3).

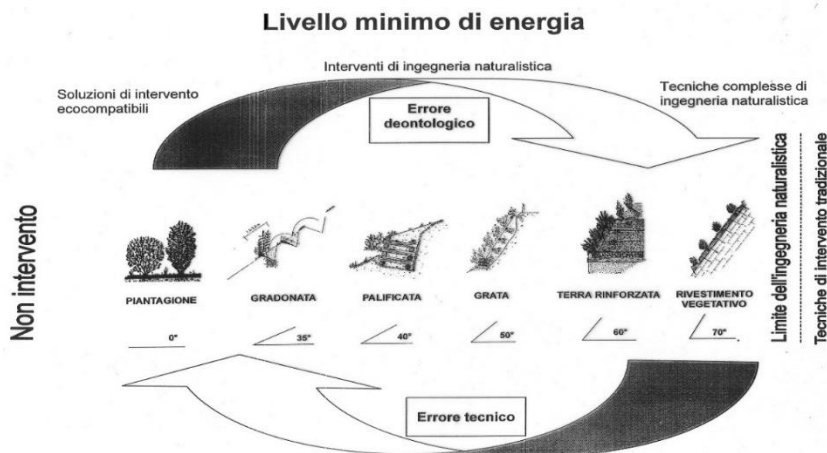


Fig. 3. Schema che illustra la “Legge del Minimo” applicata all'Ingegneria Naturalistica (fonte: Regione Lazio, 2003)

#### 4. Esperienze applicative dell'Ingegneria Naturalistica per il contenimento del dissesto idrogeologico in Puglia

La diffusione di manuali e linee guida sull'Ingegneria Naturalistica in quasi tutte le regioni italiane, con la contestuale emanazione di specifiche norme regionali, è il più chiaro indicatore di quanto queste tecniche siano efficaci nei loro vari ambiti di applicazione fra i quali uno dei più utilizzati è quello del contenimento del dissesto idrogeologico e della difesa suolo in generale.

I primi interventi con tecniche di Ingegneria Naturalistica in Puglia sono stati realizzati, nei primi anni '90, dal Consorzio di Bonifica Montana del Gargano, il quale ancora oggi continua a progettare e realizzare interventi di contenimento del dissesto idrogeologico applicando le varie tecniche di I.N. più appropriate, nella consapevolezza che la difesa idraulica non può ridursi ad un mero problema tecnico-ingegneristico da affrontare senza nessuna attenzione al “sistema ambientale”. Un altro contesto territoriale nel quale sono stati realizzati, più



recentemente, interventi di questo tipo è l'Appennino Dauno.

L'ente consortile è stato anche uno dei soci fondatori della sezione pugliese dell'Associazione Italiana per l'Ingegneria Naturalistica (AIPIN). È doveroso, al riguardo, ricordare il contributo tecnico e scientifico apportato dal compianto prof. Salvatore Puglisi che è stato anche il primo presidente dell'AIPIN-Puglia.

Chi scrive è stato anche uno degli autori delle "Linee guida e criteri per la progettazione delle opere di ingegneria naturalistica nella Regione Puglia", studio commissionato alla Sezione pugliese dell'AIPIN dalla Regione Puglia e pubblicato nel 2015.

Da evidenziare come in Puglia, pur in assenza di una norma regionale sull'I.N., le NTA del PAI Puglia richiamano più volte, direttamente o indirettamente, gli interventi di Ingegneria Naturalistica:

## *"TITOLO II - ASSETTO IDRAULICO*

### *ARTICOLO 4 - Disposizioni generali*

*3. Nelle aree a pericolosità idraulica, tutte le nuove attività e i nuovi interventi devono essere tali da:*

*g) rispondere a criteri di basso impatto ambientale facendo ricorso, laddove possibile, all'utilizzo di tecniche di ingegneria naturalistica.*

### *ARTICOLO 5 - Interventi per la mitigazione della pericolosità idraulica*

*Nelle aree di cui agli art. 6, 7, 8, 9 e 10 sono consentiti:*

*a) gli interventi idraulici e le opere idrauliche per la messa in sicurezza delle aree e per la riduzione o l'eliminazione della pericolosità;*

*b) gli interventi di sistemazione e miglioramento ambientale, che favoriscano tra l'altro la ricostruzione dei processi e degli equilibri naturali, il riassetto delle cenosi di vegetazione riparia, la ricostituzione della vegetazione spontanea autoctona.*

### *ARTICOLO 12 - Interventi per la mitigazione della pericolosità geomorfologica*

*Nelle aree di cui agli art. 13, 14 e 15 sono consentiti:*

*b) gli interventi di sistemazione e miglioramento ambientale, di miglioramento del patrimonio forestale, di rinaturalizzazione delle aree abbandonate dall'agricoltura, finalizzati a ridurre la pericolosità geomorfologica, ad incrementare la stabilità dei terreni e a ricostituire gli equilibri naturali, a condizione che non interferiscano negativamente con l'evoluzione dei processi di instabilità e favoriscano la ricostituzione della vegetazione spontanea autoctona".*

PIANO DI BACINO STRALCIO ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI) NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE ([https://www.adb.puglia.it/public/files/downloads/pdf/leggi/NTA\\_CI\\_30-11-05.pdf](https://www.adb.puglia.it/public/files/downloads/pdf/leggi/NTA_CI_30-11-05.pdf))

Altri riferimenti regolamentari sull'I.N., sono contenuti nei regolamenti inerenti le misure di conservazione dei SIC e ZPS presenti in Puglia.

Notevole impulso alla realizzazione di interventi di I.N. in Puglia, è stato ottenuto grazie agli specifici finanziamenti previsti nelle due ultime programmazioni del Piano di Sviluppo Rurale.



Nel territorio garganico, comprese le Isole Tremiti, sono state realizzate diverse tipologie di interventi di Ingegneria Naturalistica:

a. INTERVENTI ANTIEROSIVI

Questa tipologia di interventi è stata realizzata soprattutto come recupero di aree danneggiate da impianti a rete (acquedotti, gasdotti, tubazioni di fogna bianca e nera) mediante apporto di terreno vegetale e semina di specie erbacee autoctone. Un esempio è quello di Rignano Garganico (fig. 4), dove è stata rinaturalizzata una linea di scavo realizzata per la posa in opera di una tubazione adduttrice delle acque nere dal centro abitato all'impianto di depurazione.



Fig. 4. Intervento antierosivo prima e dopo la semina (Rignano Garganico - FG).

b. INTERVENTI STABILIZZANTI

Per questa tipologia sono stati realizzati numerosi interventi: palizzate, cordonate, gradonate (fig. 5,6,7).



Fig. 5. Palizzate per il restauro della duna (loc. Bosco Isola - Lesina) prima e dopo la piantumazione di cespi di Ammofila.





Fig. 6. Palizzate su versante  
(Rignano Garganico)



Fig. 7. Palizzate per il contenimento  
di piccoli scoscendimenti (San Marco  
in Lamis - FG)

### c. INTERVENTI COMBINATI DI CONSOLIDAMENTO

Gli interventi di consolidamento hanno riguardato soprattutto la regimentazione dei torrenti montani, con briglie in legname e pietrame, e la difesa spondale con palificate a parete doppia o anche singola (fig. 8,9,10,11).



Fig. 8. Difesa spondale con palificata viva a doppia parete  
(loc. Molinella - Vieste).





Fig. 9. Consolidamento e rinaturalizzazione di scarpata stradale con la tecnica della palificata viva a doppia parete, prima, durante e dopo l'intervento (Rignano Garganico).



Fig. 10. Regimentazione con briglie in legname e pietrame del tratto montano di un torrente garganico, prima, durante (2008) e dopo (2015) l'intervento (San Marco in Lamis). Notare la spontanea rinaturalizzazione dell'alveo grazie al contenimento dei processi erosivi.





Fig. 11. Briglie in legname e pietrame (Isola di San Domino – Isole Tremiti)



Fig. 12. Intervento di rinaturalizzazione della ex-cava Cisco (Vieste - FG)



#### d. INTERVENTI PARTICOLARI

Uno degli interventi particolari meglio riusciti è stato la rinaturalizzazione di una cava abbandonata nella quale sono state utilizzate diverse tecniche di Ingegneria Naturalistica: palificate vive, palizzate, terre armate, messa a dimora di alberi e arbusti (fig.12).

#### **Conclusioni**

Il ricorso a tecniche innovative d'Ingegneria Naturalistica dal basso impatto ambientale e ad alta intensità di manodopera, che peraltro hanno dimostrato, in caso di calamità, una maggiore tenuta rispetto ad altre tipologie di intervento, consente di ottenere lusinghieri risultati nella mitigazione del dissesto idrogeologico. Per le aree protette in particolare, è indubbio che meritino una maggiore attenzione riguardo all'uso di tecniche impattanti. In ogni intervento di ripristino ambientale, la fase progettuale, definitiva ed esecutiva, deve essere preceduta da un'analisi stazionale mirata a definire la tipologia del degrado determinatosi, a cui affiancare uno studio sulla dinamica della vegetazione nell'area in cui è necessario intervenire. A questa analisi, va affiancato uno studio floristico conoscitivo di dettaglio, meglio se condotto con approfondimenti originali sul campo e, quanto meno sostenuto, da una ricerca bibliografica aggiornata e, possibilmente, estesa ai campioni e ai dati d'erbario. I numerosi benefici ambientali e sociali delle tecniche di Ingegneria Naturalistica sono ampiamente riconosciuti tanto che sono istituiti specifici corsi universitari.

#### **BIBLIOGRAFIA e SITOGRAFIA**

AIPIN - Associazione Italiana per la Ingegneria Naturalistica

<https://www.aipin.it/associazione/codice-deontologico/>

Aussenac G. (1969). Influences du couvert forestier sur les précipitations. *Revue Forestière Française*, 21: 631-635.

Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale Sede Puglia. Comunicato distretto. <http://www.adb.puglia.it/public/news.php?extend.395>

Bischetti G.B. e D'Agostino V. (2010). *Sistemazioni Idraulico Forestali: indirizzi per gli interventi*. Milano: Regione Lombardia. Quaderni della ricerca, n. 116.

Borghetti M. (1992). *Relazioni idriche: dall'albero alla foresta*. Firenze: Accademia Italiana di Scienze Forestali.

Borghetti M., Magnani F. (2009). Controllo dell'uso dell'acqua nei sistemi forestali. *Atti del III Congresso nazionale di selvicoltura, Taormina (ME) 15-19 Ottobre 2008*.



- Cantore V., Iovino F., Puglisi S. (1994). Influenza della forma di governo sui deflussi liquidi e solidi in piantagioni di eucalitti. *L'Italia Forestale e Montana*, 5: 463-477.
- Ciancio O., Iovino F. (1995). I sistemi forestali e la conservazione del suolo. *Atti dell'Accademia dei Georgofili*, 41: 85-146.
- De Philippis A. (1970). *La copertura forestale e la difesa del suolo*. Roma: Istituto di tecnica e propaganda agraria.
- Di Fidio M., Bischetti G.B. (2008). *Riqualificazione ambientale delle reti idrografiche minori*. Milano: Hoepli.
- Fattorelli S. (1982). Ricerche idrologiche in tre piccoli bacini delle Valle Giudicarie. *Quaderni di Idronomia Montana*, 1: 11-30.
- Ferrari E., Callegari G., Iovino F., Veltri A. (2002). Influenza della copertura forestale e impatto degli interventi selvicolturali sulla risposta idrologica in un bacino sperimentale della Calabria. In: *28° Convegno di idraulica e costruzioni idrauliche, Potenza, 16-19 settembre 2002*. Cosenza: Editoriale Bios, pp. 355-365.
- Frumento S. (2014). *Il rischio idrogeologico in Italia. Guida pratica, cause del dissesto, strumenti e tipologie di intervento*. Wolters Kluwer Italia.
- Gruppo 183 (2003). *Dichiarazione Europea per una nuova cultura dell'acqua*.
- Kraudener A. (1951). *Ingenieurbiologie*. Monaco: Verlag Ernst Reinhardt.
- Iovino F. (2005). La gestione dei cedui di castagno nelle aree interessate da colate di piroclastiti in Campania. In: Corona P.M., Iovino F., Maetzke F., Marchetti M., Menguzzato G., Nocentini S., Portoghesi L. (eds). *Foreste ricerca cultura. Scritti in onore di Orazio Ciancio*. Firenze: Accademia Italiana di Scienze Forestali, pp. 267-284.
- Iovino F., Puglisi S. (1989). Il bacino strumentato Bonis tributario del torrente Cino nel versante ionico silano (Calabria). *Quaderni di Idronomia Montana*, 9: 159-169.
- Iovino F., Veltri A. (2003). Gestione del bosco e impatto sulle risorse idriche. In: Frega G (ed.). *Gestione dei Sistemi Forestali e Risorse Idriche*. Cosenza: Bios. Quaderni di Idrotecnica, 17: 29-43.
- Iovino F., Borghetti M., Veltri A. (2009). Foreste e ciclo dell'acqua. *Forest@*, 6: 256-273.
- MINIAMBIENTE. Geoportale Nazionale. *Direttiva Alluvioni*  
<http://www.pcn.minambiente.it/mattm/direttiva-alluvioni/>
- Provincia di Terni (2003). *Manuale tecnico di Ingegneria Naturalistica della Provincia di Terni. Applicabilità delle tecniche, limiti e soluzioni*.  
<http://cms.provincia.terni.it/on-line/Home/Ilterritorio/Urbanistica/docCatManualeIngegneriaNaturalistica.1740.1.50.1.1.html>
- Regione Lazio (2003). *Manuale di Ingegneria Naturalistica applicabile al settore idraulico*.



Regione Lazio. Manuale di Ingegneria Naturalistica, vol. 3, *Sistemazione dei versanti*  
[http://www.regione.lazio.it/binary/rl\\_main/tbl\\_documenti/IGN\\_MAN\\_Manuale\\_studio\\_versanti\\_volume\\_III.pdf](http://www.regione.lazio.it/binary/rl_main/tbl_documenti/IGN_MAN_Manuale_studio_versanti_volume_III.pdf)

Repubblica italiana. *Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152*.  
<https://www.camera.it/parlam/leggi/deleghe/06152dl.htm>

Russo G. (2014). Il ruolo dei Consorzi di Bonifica nella difesa del suolo e nella tutela del Vincolo Idrogeologico. In: *Il vincolo idrogeologico a 90 anni dal Regio Decreto n. 3267/1923: aspettative, sviluppi, problematiche*. Vol.: Geologia dell'Ambiente; suppl. n. 2.

Sauli G., Cornelini P., Preti F. (2003). *Manuale d'Ingegneria Naturalistica applicabile al settore idraulico*. Regione Lazio.

Susmel L. (1968). Sull'azione regimante e antierosiva della foresta. In: Atti del Convegno *Le scienze della natura di fronte agli eventi idrogeologici*. Roma: Accademia dei Lincei, pp. 301-402.

Thornes J.B. (1985). The ecology of erosion. *Geography*, 70: 222-236.

Trigila A., Iadanza C., Bussettini M., Lastoria B. (2018). *Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio*. Roma: ISPRA. Rapporti, 287.

Veltri A., Ferrari E. (2009). Influenza del bosco nella mitigazione delle piene. In: *Atti del III Congresso Nazionale di Selvicoltura, Taormina (ME) 15-19 Ottobre 2008*.



# ACQUA COMUNI E RECUPERO E RIUSO DEI REFLUI URBANI IN AGRICOLTURA: IMPIANTO DI AFFINAMENTO E LAGO FORCATELLA A FASANO

Oronzo Santoro

*Project Manager AquaSoil srl, Fasano*

## **Introduzione**

Nel presente lavoro è sinteticamente presentata l'esperienza della depurazione avanzata di acque reflue urbane realizzata, in Puglia, a Fasano (Br) con riferimento al tema dell'economia circolare applicata alle acque. In particolare, sono descritti i risultati del processo innovativo recentemente introdotto in piena scala ed i primi risultati, oltre che gli sviluppi, della sperimentazione pilota (ancora in corso) finalizzata prioritariamente a migliorare la qualità complessiva della depurazione fino al raggiungimento di standard qualitativi delle acque recuperate paragonabili al potabile.

*“Tutte le manifestazioni della vita presenti sul nostro pianeta dipendono dall'acqua. (...) Gli ecosistemi marini e d'acqua dolce hanno molte funzioni essenziali per la vita: filtrano, diluiscono e immagazzinano l'acqua, prevengono le inondazioni, mantengono l'equilibrio climatico, a livello locale e globale, salvaguardano la biodiversità” (EEA, 2018).*

Ancora oggi una parte significativa della popolazione mondiale vive senza acqua potabile; nel rapporto WWDR 2019 dell'ONU si evidenzia che: “Tre persone su dieci (2,1 miliardi di persone, ovvero il 29% della popolazione mondiale) non hanno utilizzato un servizio di acqua potabile gestito in modo sicuro nel 2015, mentre 844 milioni di persone non disponevano ancora di un servizio di acqua potabile di base”.

Secondo stime dell'Agenzia Europea per l'Ambiente, e come evidenziato anche nella Direttiva quadro sulle acque dell'Unione Europea “La carenza idrica è un fenomeno preoccupante che si presenta con sempre maggior frequenza e che riguarda almeno l'11% della popolazione europea e il 17% del territorio dell'UE”.

In un recente rapporto ISTAT sull'acqua, pubblicato nel 2019, si evidenzia come l'Italia sia prima nell'Ue per prelievo di acqua per uso potabile; “Il volume di acqua complessivamente prelevato per uso potabile dalle fonti di approvvigionamento presenti in Italia è di 9,49 miliardi di metri cubi nel 2015, pari a un volume giornaliero pro capite di 428 litri, il più alto nell'Unione Europea. Tuttavia, poco meno della metà di tale volume (47,9%) non raggiunge gli utenti finali a causa delle dispersioni di rete. L'erogazione giornaliera per uso potabile è quantificabile in 220 litri per abitante (...)”.



Alla luce di tali scenari appare evidente che, sul tema delle acque usate, occorre superare definitivamente il paradigma dell'economia lineare: dalla sorgente - allo scarico, per abbracciare il paradigma dell'economia circolare: dalla sorgente alla sorgente, attraverso il recupero e riutilizzo della quasi totalità delle acque usate.

Occorre prendere atto che l'acqua prelevata dall'ambiente naturale, anche se ben depurata, se destinata allo scarico, rappresenta una perdita netta e irreversibile di risorse idriche e costituisce grave danno ambientale e sociale.

In questa relazione si mostra, attraverso l'esperienza dell'impianto di Fasano Forcatella, la possibilità di spingere la qualità delle acque recuperate a livelli tali da consentire il recupero delle stesse fino al riutilizzo integrale agricolo, ambientale e potabile indiretto, attraverso l'uso di tecnologie adeguate e ambientalmente sostenibili, con un incremento dei costi del sistema depurativo e dei servizi idrici trascurabile, a fronte dei benefici ambientali e sociali ottenibili.



Fig. 1. L'impianto di Fasano Forcatella

Il recente report *Water Reuse Europe Review 2018* sul riuso dell'acqua in Europa segnala l'esperienza italiana di Fasano Forcatella, tra le pratiche di successo nel settore del riuso, secondo i principi dell'economia circolare (WRE, 2019).



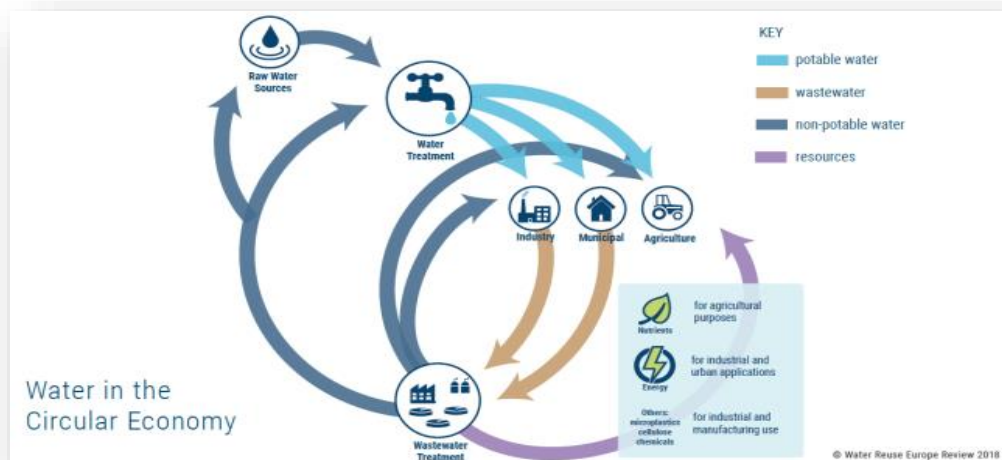


Fig. 2. Schema dell'economia circolare applicata alle acque (WRE, 2019).

## La tecnologia ed il processo di Fasano Forcatella

### Materiali e metodi

L'impianto di affinamento e riuso di Fasano Forcatella è attivo fin dal 2006 e, dal 2017, è attrezzato con tecnologia e processo registrato MITO<sub>3</sub>X®. Il processo, di tipo chimico-fisico, applicato sui reflui in uscita dal contiguo depuratore comunale, altrimenti destinati allo scarico a mare, consiste in una fase integrata di chiariflocculazione e disinfezione, seguita da sedimentazione in reattori in acciaio (AISI 316) a pacchi lamellari. Le dosi medie dei reagenti applicate sono le seguenti:

- 100 mg/L di soluzione commerciale diluita di policloruro di alluminio (al 17%), pari a, 15 mg/L di Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- 50 mg/L di soluzione commerciale diluita di sodio ipoclorito (al 15%), pari a 7 mg/L di cloro attivo.

Dopo essere state affinate, le acque in uscita vanno ad alimentare il così detto "Lago Forcatella" che svolge azioni di ulteriore biostabilizzazione delle acque trattate e di regolazione idraulica delle portate distribuite in agricoltura.

La tecnologia è già attrezzata per attivare, con piccoli interventi di adeguamento, ulteriori processi di ossidazione e disinfezione avanzata. Gli effetti della tecnologia sono riconducibili alla disaggregazione delle particelle, dosaggio combinato, elevata miscelazione, promozione di reazioni parallele, ottimizzazione della distribuzione della concentrazione dei reagenti e del tempo di contatto,



controllo avanzato del processo (aliquote dosate e mixing) e significativi miglioramenti della qualità delle acque recuperate.

Dal 2006 ad oggi, l'impianto in questione ha affinato e distribuito in agricoltura, ad oltre 50 aziende allacciate al servizio, circa 500.000 m<sup>3</sup>/anno di acque, per un totale di circa 6,5 milioni di m<sup>3</sup> cumulativi. Con tale impianto si è così concretamente attuato un aspetto dell'applicazione dell'economia circolare al settore delle acque reflue urbane. La qualità delle acque distribuite assicura valori microbiologici e qualità chimico-fisica pienamente conforme ai limiti normativi di riferimento (D.M. 185/2003, D.lgs. 152/06 e s.m.i.).

### **Risultati e discussione**

Si presentano di seguito alcuni indicatori analitici ricostruiti attraverso un monitoraggio costante negli anni di esercizio in piena scala, utili alla definizione delle performance tipiche del processo descritto nel sito in questione.

Dai dati di monitoraggio e studi in corso, riferiti in particolar modo ai valori dei parametri COD e delle forme dell'azoto (N-tot, N-organico, N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>3</sub>, N-NO<sub>2</sub>), utilizzati quali macrodescrittori di processo, si evince che la rimozione media del COD segue la relazione sperimentale:

$$\text{COD}_{\text{out}} = 12,202 * \text{Ln}(\text{COD}_{\text{in}}) - 17,56$$

In figura 3 è riportato un grafico che correla i dati del COD in uscita con quelli del COD in entrata relativi al monitoraggio dei trattamenti di affinamento.

Le efficienze medie di rimozione son pari a circa il 40%, rispetto al valore di ingresso, con punte di circa il 90% di rimozione in corrispondenza di picchi anomali di COD in ingresso ai trattamenti. Il valore medio di COD<sub>in</sub> risulta pari a 49,39 mg/L e di COD<sub>out</sub> risulta pari a 30,28 mg/L.

In figura 4 vengono mostrati, altresì, i profili di monitoraggio di COD<sub>in</sub> e COD<sub>out</sub>, in un determinato arco temporale; dal grafico emerge l'alta resilienza del processo.



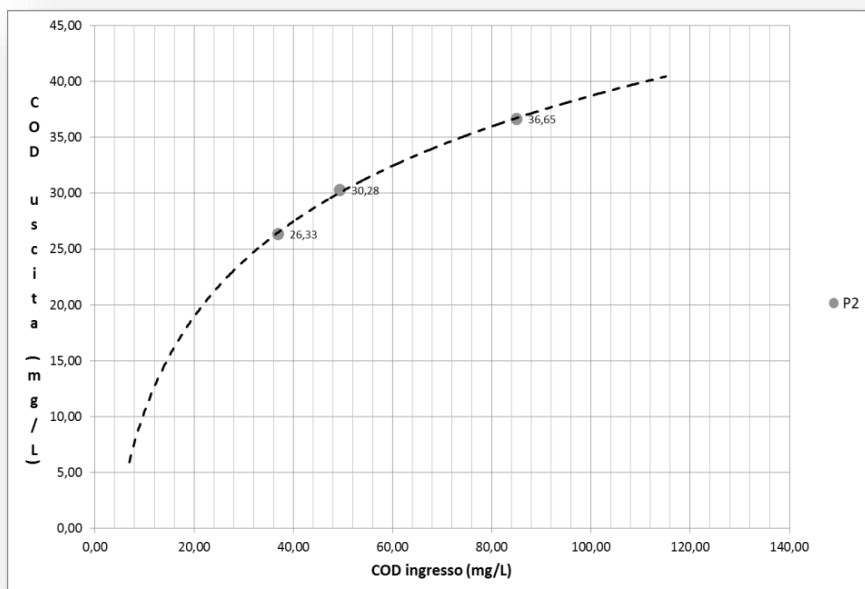


Fig. 3. Curva sperimentale del COD in uscita rispetto al COD in ingresso in riferimento ai trattamenti di affinamento.

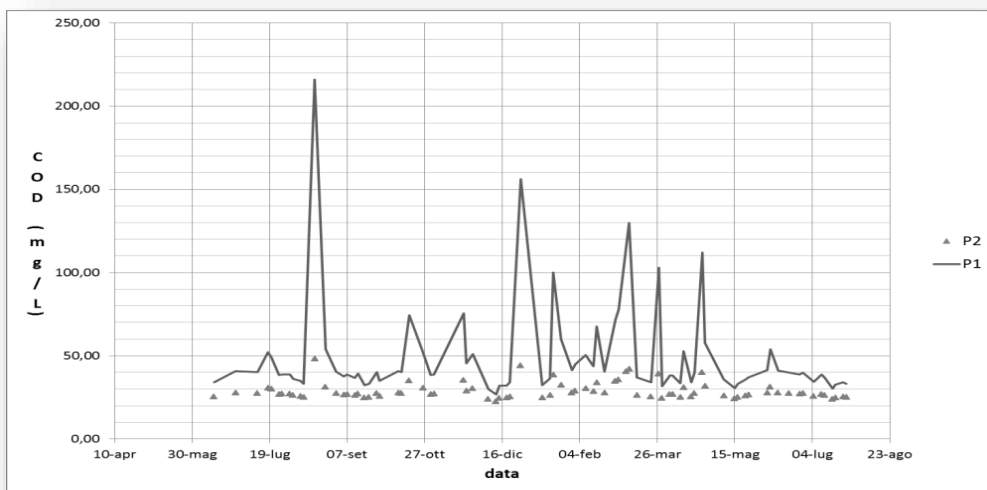


Fig. 4. Profili di monitoraggio del COD, in piena scala, in ingresso (P1) ed uscita (P2) in riferimento ai trattamenti di affinamento.



Per quanto riguarda la rimozione/trasformazione delle forme dell'azoto monitorate, in figura 5 si presentano alcune relazioni sperimentali rilevate.

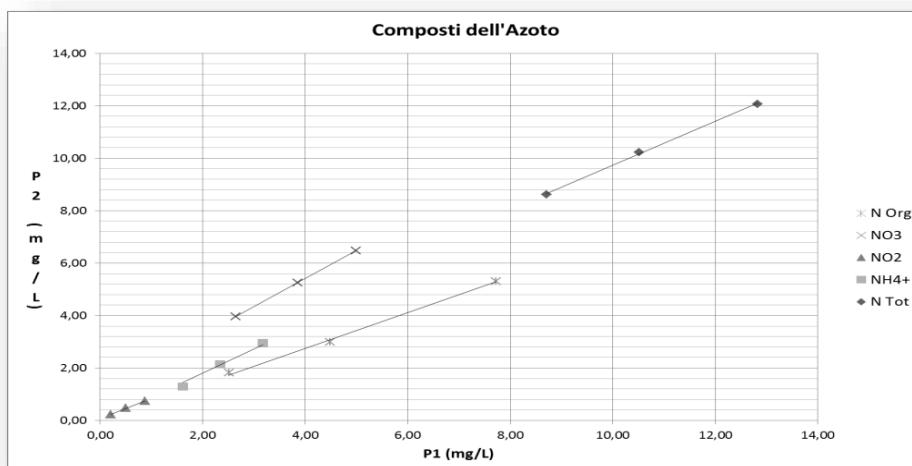


Fig. 5. Relazioni sperimentali delle diverse forme dell'azoto monitorate in piena scala e confrontate tra ingresso (P1) ed uscita (P2).

Il processo in esame è, sostanzialmente, invariante rispetto ad azoto totale (N-tot) ed ai Nitriti (N-NO<sub>2</sub>). Si rileva una significativa diminuzione della forma organica dell'azoto (N-Org) pari a circa il 30% ed un conseguente aumento dei nitrati (N-NO<sub>3</sub>). In particolare, la rimozione dell'azoto ammoniacale segue la seguente relazione:

$$\text{NH}_4^+_{\text{out}} = 0,9053 \cdot (\text{NH}_4^+_{\text{in}})$$

Si evidenzia che al fine di contenere i valori di NH<sub>4</sub><sup>+</sup> nei limiti massimi previsti per il riutilizzo agricolo (2 mg/L) è necessario che la depurazione convenzionale rilasci concentrazioni medie di ione ammonio non superiori a 2,5 mg/L. Gli altri parametri risultano al di sotto dei limiti normativi di riferimento (DM 185/2003 - D.lgs. 152/06 - Regolamento della Regione Puglia n. 8/12), tranne le concentrazioni dei cloruri che, pur nei limiti in deroga previsti dal Piano Regionale di Tutela delle Acque e dai regolamenti regionali attuativi, risentono di scarichi salini in fognatura, non a norma, il cui obbligo di rimozione risulta a carico del gestore del servizio idrico integrato.

### **Verso il «riutilizzo potabile indiretto»**

La Regione Puglia ha selezionato il processo di affinamento di Fasano Forcatella per indagare la potenzialità delle acque affinate a raggiungere gli standard di qualità dell'acqua potabile, attraverso l'applicazione di tecnologie e



processi ecosostenibili di ossidazione avanzata trasferibili al sistema depurativo pugliese ed ha finanziato la ricerca di “Potabilizzazione sperimentale delle acque affinate ai sensi del D.M. 12 giugno 2003 n. 185 Art. 25 – L.R. stabilità n. 1/2016”.

## Materiali e Metodi

Allo scopo è stata progettata e costruita, ed è in esercizio, una piattaforma pilota sperimentale da 5 m<sup>3</sup>/h, costituita da un trattamento integrato (MITO<sub>3</sub>X®) con processi di ossidazione avanzata (O<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) e sedimentazione a pacchi lamellari seguito da:

- ✓ LINEA 1 – Biofiltrazione/Adsorbimento su letto di Carboni Attivi Vegetali in Pellets e post-trattamento MITO<sub>3</sub>X® di ossidazione/disinfezione avanzata (UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>).
- ✓ LINEA 2 – Biofiltrazione/Adsorbimento su letto di frantumato calcareo e post-trattamento MITO<sub>3</sub>X® di ossidazione/disinfezione avanzata (UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>).
- ✓ LINEA 3 – Ultrafiltrazione a membrana e post-trattamento MITO<sub>3</sub>X® di ossidazione /disinfezione avanzata (UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>).

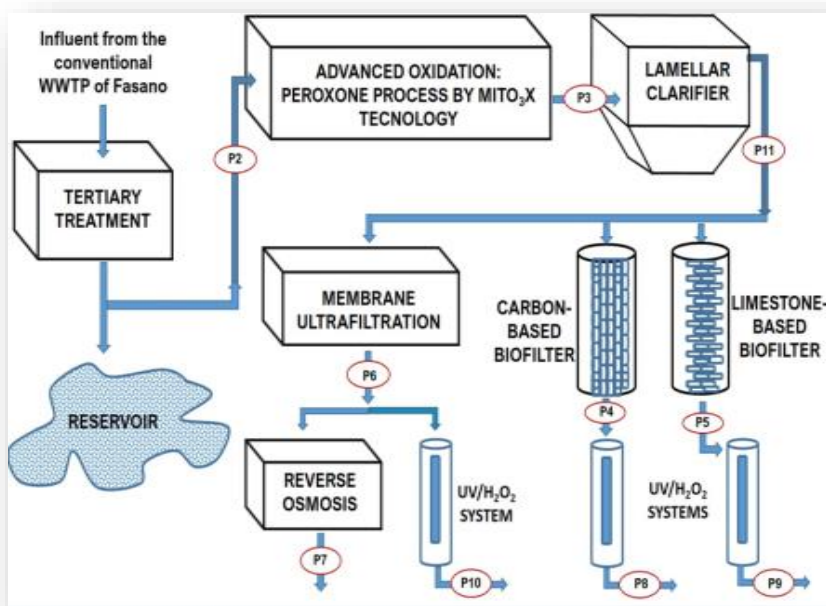


Fig. 6. Schema Piattaforma Sperimentale.



I processi di ulteriore trattamento sono stati applicati alle acque in uscita affinate precedentemente descritte (P2) con regolarità e continuità su una portata totale di 3600 L/ora, ripartita in 3 aliquote identiche di 1200 L/ora, lungo ciascuna linea di processo.

I dosaggi applicati in scala sperimentale sono stati i seguenti (Tab. 1):

Tab. 1. Dosaggi adottati in scala sperimentale

Reagenti	O <sub>2</sub> (LN/l)	O <sub>3</sub> (mg/l)	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (mg/l)	Biofiltro Carbone (Volume) mc	Biofiltro Calcare (Volume) mc	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (mg/l)	UV dose media (mJ/cm2)
ossidazione avanzata (O <sub>3</sub> /H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	0,11	10	10				
Linea 1				1,90		5	300
Linea 2					1,90	5	300
Linea 3						5	300

## Risultati

Si espongono, in sintesi, i risultati della prima fase di sperimentazione avviata nel settembre 2017 e tuttora in corso, in modalità di monitoraggio operativo. La Regione Puglia, al fine di consolidare i risultati perseguiti, ha altresì approvato una seconda fase di sperimentazione utile alla possibile applicazione in piena scala, nel sistema depurativo pugliese, dei processi selezionati e dei risultati.

I risultati della sperimentazione vengono riferiti alla qualità delle acque in uscita dai processi di trattamento (punti di monitoraggio P8, P9, P10) rispetto alla qualità delle acque in ingresso (P2) e alla qualità media delle acque riferibili alle acque potabili (P0) attraverso la valutazione di:

- 1) parametri macrodescrittori dei processi, ovvero COD, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, N-Organico, SST;
- 2) analisi della rimozione dei microinquinanti (ricercati e/o presenti);
- 3) test ecotossicologici.



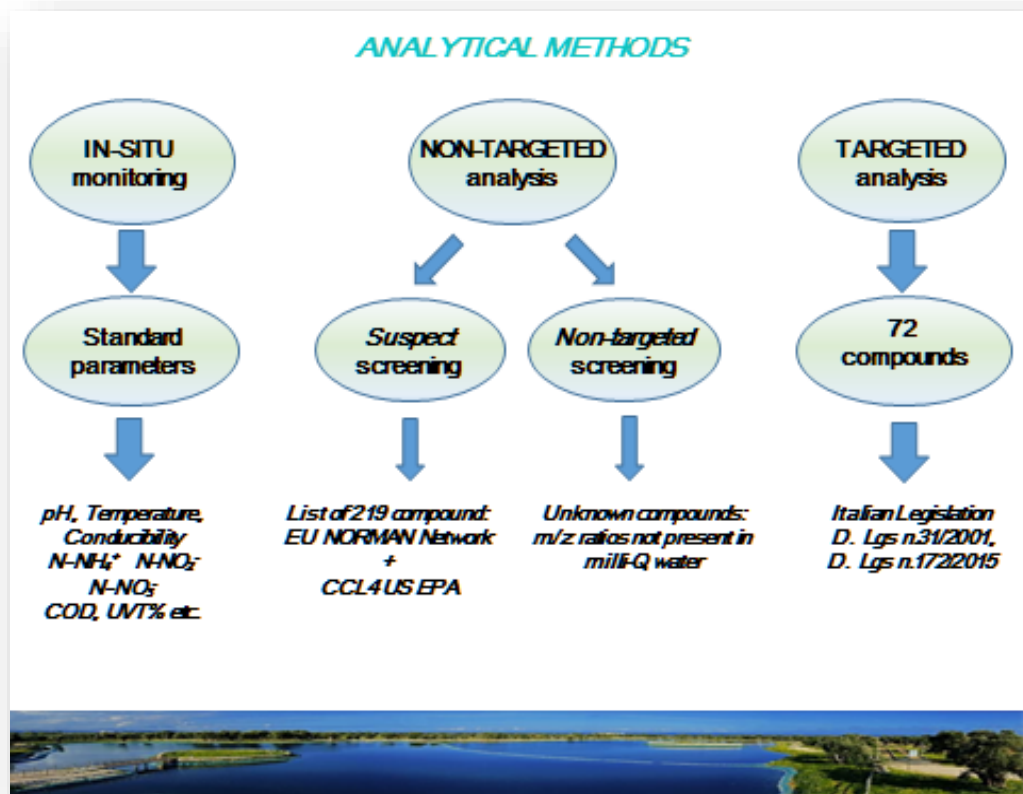


Fig. 7. Struttura dei metodi analitici.

## COD

A fronte di un COD in ingresso compreso nell'intervallo 20-50 mg/L, si evidenzia un significativo abbattimento, nei punti di campionamento in uscita ai trattamenti (P8, P9, P10). Si segnala, in particolare, il basso valore di COD in P8, nell'intervallo (4-16) mg/L, e valore medio pari a 8,30 mg/L, quantitativamente comparabile alla media che si riscontra nei corpi idrici naturali non inquinati. Il valore medio del COD in P9 e P10 è pari rispettivamente a 13 e 15 mg/L.



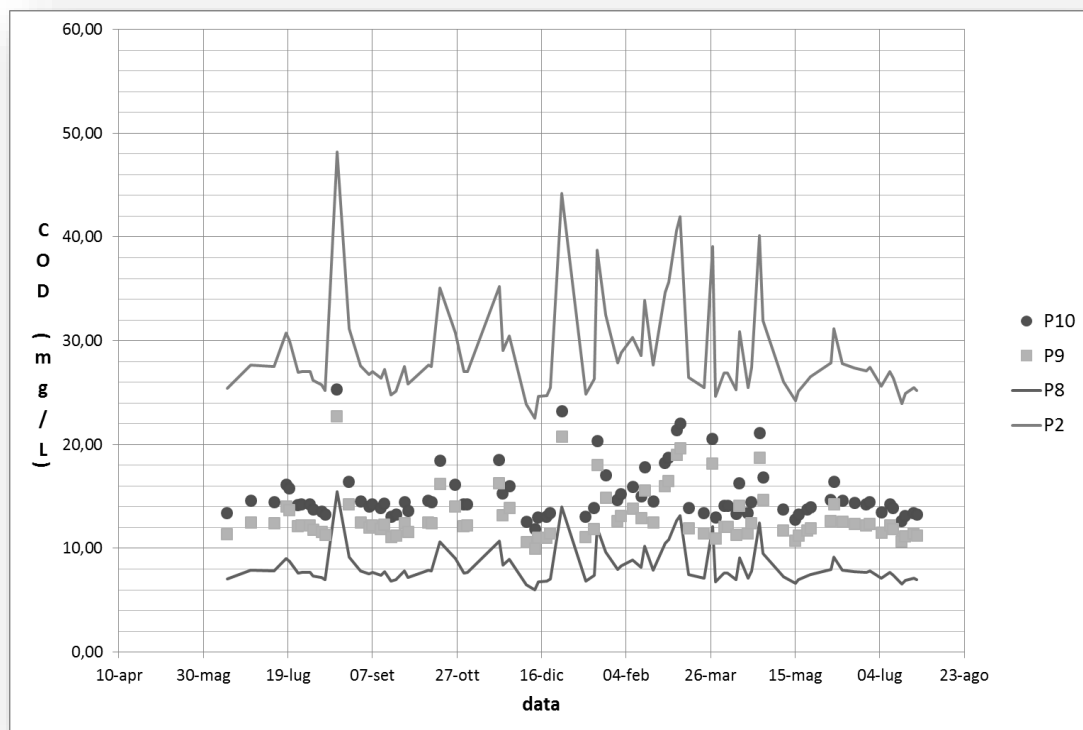


Fig. 8. Profili di monitoraggio del COD in ingresso (P2) ed uscita (P8, P9, P10).

I profili del monitoraggio effettuato del COD in ingresso (P2) e in uscita (P8, P9, P10), in un dato periodo di tempo, sono significativi (fig.8) ed evidenziano l'alta resilienza del processo.

#### COMPOSTI DELL'AZOTO

Si riportano di seguito le curve sperimentali di rimozione dell'azoto lungo le tre linee di processo. Il processo in esame è sostanzialmente invariante rispetto all'azoto totale. Si evidenzia una significativa trasformazione dell'azoto organico (N-org), di  $\text{NO}_2$  ed  $\text{NH}_4^+$  verso  $\text{NO}_3$ , in particolare lungo la linea di processo P8 che viene analizzata con maggiore dettaglio.



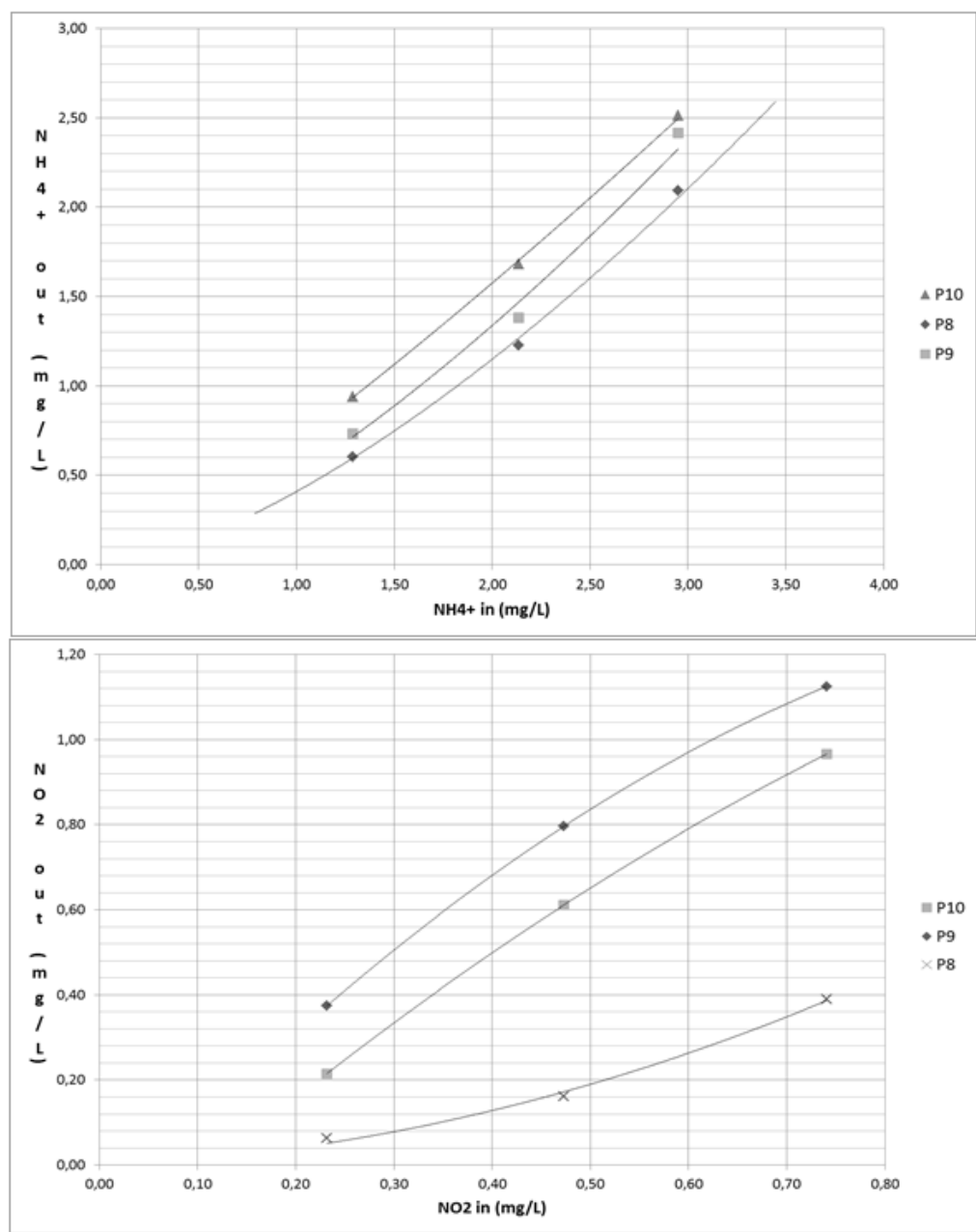


Fig. 9. Relazioni sperimentali per alcune forme dell'azoto monitorate e confrontate tra ingresso (P2) ed uscita (P8, P9, P10).



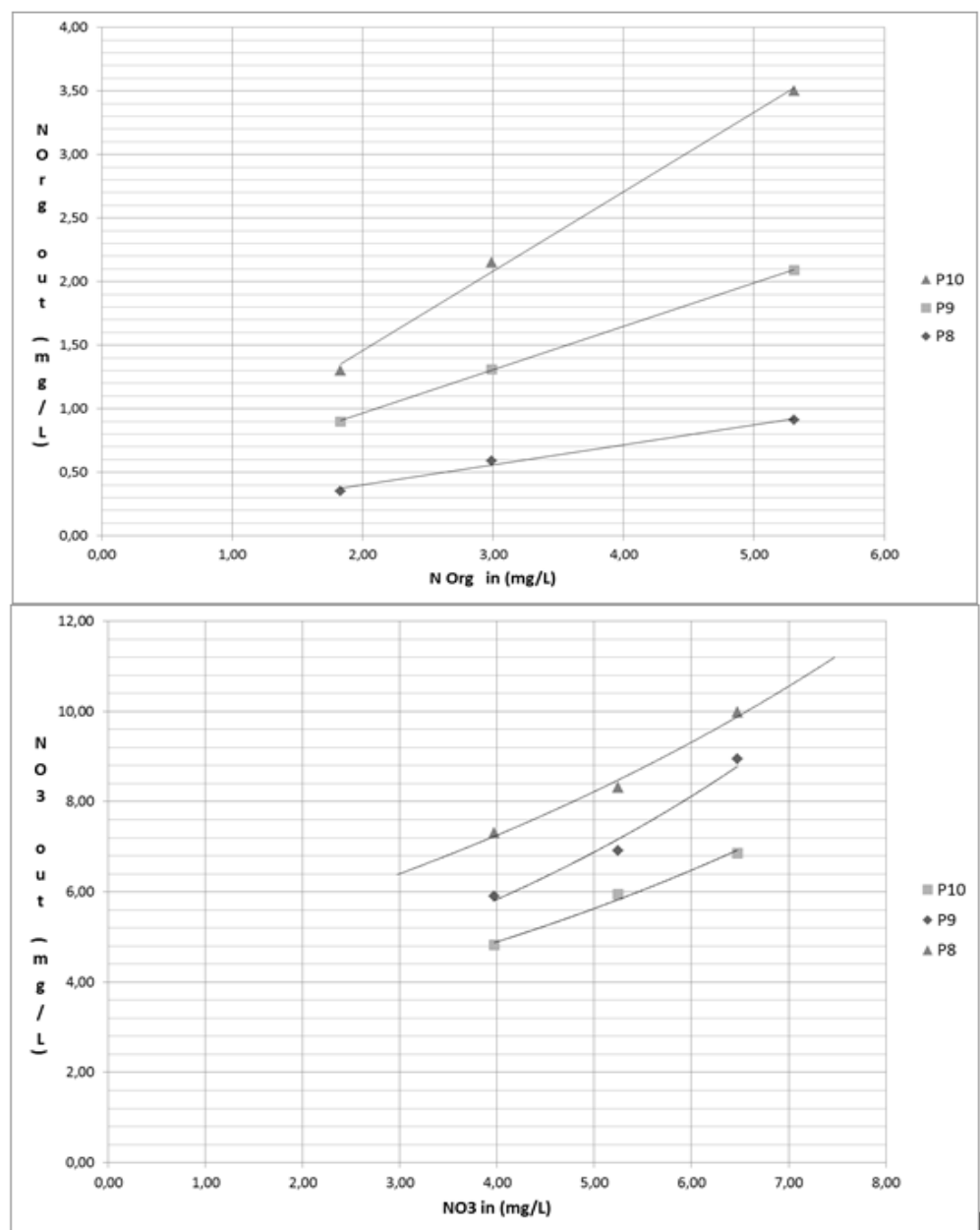


Fig. 10. Relazioni sperimentali per alcune forme dell'azoto monitorate e confrontate tra ingresso (P2) ed uscita (P8, P9, P10).



Si evidenzia in P8 la quasi totale assenza di azoto nitroso che segue la seguente relazione sperimentale di rimozione:

$$\text{NO2}_{\text{out}} = 0,5768(\text{NO2}_{\text{in}})^{1,5468}$$

La concentrazione si mostra, quasi sempre, sotto il valore limite previsto per l'uso potabile diretto, ed è comparabile con il valore medio che si riscontra nei corpi idrici naturali non inquinati.

Si evidenzia in P8 la presenza di azoto ammoniacale che segue la seguente relazione sperimentale di rimozione:

$$\text{NH4+}_{\text{out}} = 0,4088 * (\text{NH4+}_{\text{in}})^{1,4913}$$

Il valore risulta sempre al disotto dei limiti previsti per il riuso e nella media dei corpi idrici naturali non inquinati.

Il processo evidenzia inoltre, in P8, per l'azoto nitrico, la significativa relazione sperimentale:

$$\text{NO3}_{\text{out}} = 1,0698 * \text{NO3}_{\text{in}} + 2,9366$$

Si riporta, inoltre, la pressoché totale rimozione dell'azoto organico secondo la seguente relazione sperimentale:

$$\text{N org}_{\text{out}} = 0,1787 * \text{N org}_{\text{in}}$$

Dalle funzioni sperimentali di rimozione su riportate, per i composti dell'azoto, si può affermare ragionevolmente che i valori riscontrati nell'acqua in uscita dalla **LINEA 1** di processo (P8) sono compatibili con il riuso potabile indiretto. Per l'eventuale riuso potabile diretto e per riportare i valori ai limiti prescritti o raccomandati dal D.Lgs. 31/2001 è necessario che in ingresso al processo di trattamento la concentrazione media di  $\text{NH4+}_{\text{in}}$  non superi il valore di 1 mg/L.

#### ANALISI TARGETED

Sui campioni prelevati, nel periodo in esame, si sono effettuate le determinazioni previste dal D.Lgs. 31/2001, aggiornato al 2019, per riscontrare le richieste conformità. L'acqua deve essere conforme ad una serie di parametri microbiologici (Decreto Legislativo 31/2001, parte A) e chimici (parte B), nonché a parametri indicatori (parte C) non direttamente correlabili a rischi per la salute ma indicatori di modifiche della qualità delle acque (Allegato I).

I parametri chimici individuati dal decreto includono tutti i parametri della Direttiva 98/83/CE, adottando gli stessi valori o, in taluni casi, criteri più stringenti, come nel caso dei "trialometani" il cui valore di parametro di 100 µg/L è stato ridotto a 30 µg/L. Inoltre, per garantire un più elevato grado di tutela



della salute, sono stati inseriti parametri stabiliti in base al principio della sussidiarietà, che tengono conto delle caratteristiche delle risorse idriche e dei sistemi idro-potabili del territorio nazionale. Questi, ad oggi, riguardano il vanadio e i cloriti tra i parametri chimici di valenza sanitaria (allegato 1 parte A), il disinfettante residuo e la durezza (allegato 1 parte C), inseriti tra i parametri indicatori. Il Decreto Legislativo 31/2001 stabilisce che le acque destinate al consumo umano non devono contenere microrganismi e parassiti, né altre sostanze, in quantità o concentrazioni tali da rappresentare un potenziale pericolo per la salute umana.

Si evidenzia, a titolo meramente informativo, che molti parametri sono risultati essere al di sotto dei limiti di rilevabilità, e che la concentrazione di differenti sottoprodotti della disinfezione (DBPs) lungo i treni di trattamento biologico mostrano valori molto al di sotto di quelli rilevati nei campioni potabili utilizzati come termine di paragone.

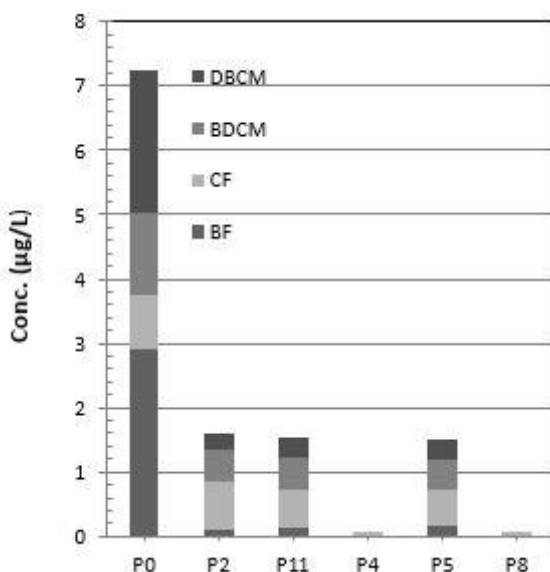


Fig. 11. Concentrazioni di differenti DBPs in funzione di diversi treni di trattamento delle acque.

#### ANALISI NON TARGETED

Le analisi Non Targeted (NT – screening) hanno un senso informativo, non legislativo o di controllo. La valutazione del rischio sulle sostanze non espressamente indicate in allegato I del D.Lgs. 31/2001 è effettuata dall'Istituto Superiore di Sanità. L'obiettivo della ricerca di tali sostanze è quello di fornire le informazioni necessarie per inquadrare il problema degli inquinanti emergenti nelle acque, sostanze che potrebbero essere oggetto di regolamentazione futura



in base ai dati di monitoraggio della loro presenza e persistenza nei diversi comparti ambientali, alla loro ecotossicità e ai potenziali effetti sulla salute umana. Tale ricerca risulta ancora più stringente se le acque da considerare sono le acque reflue urbane dove la probabilità di rischio della presenza di dette sostanze appare significativamente più rilevante e dove è necessario, in via preventiva, assegnare ai processi ed alle tecnologie di trattamento il compito di intercettare e rimuovere dette sostanze in un ampio spettro, pur in presenza di basse concentrazioni.

La ricerca ha riguardato alcuni contaminanti emergenti, con limiti di rilevabilità 10-100 picogrammi/litro tra cui erbicidi e pesticidi (Diuron, Isoproturon, etc.), sostanze contraccettive (Norethindrone, etc.), sostanze di origine industriale (Acido perfluoro-ottanico, etc.), steroidi (Estril, etc.).

Si sono ricercati 219 analiti sospetti da una lista ottenuta combinando composti inseriti nella direttiva europea (39/2013) e nella direttiva americana (CCL4, EPA).

Tale ricerca, tuttora in corso con la 2° fase di sperimentazione (quest'ultima condotta in collaborazione, tra gli altri, con l'IRSA-CNR e UNIBA-DIMO), fortemente voluta e cofinanziata dalla Regione Puglia, ha evidenziato, per la parte conclusa, che solo 13 sostanze su 219 sono state rilevate.

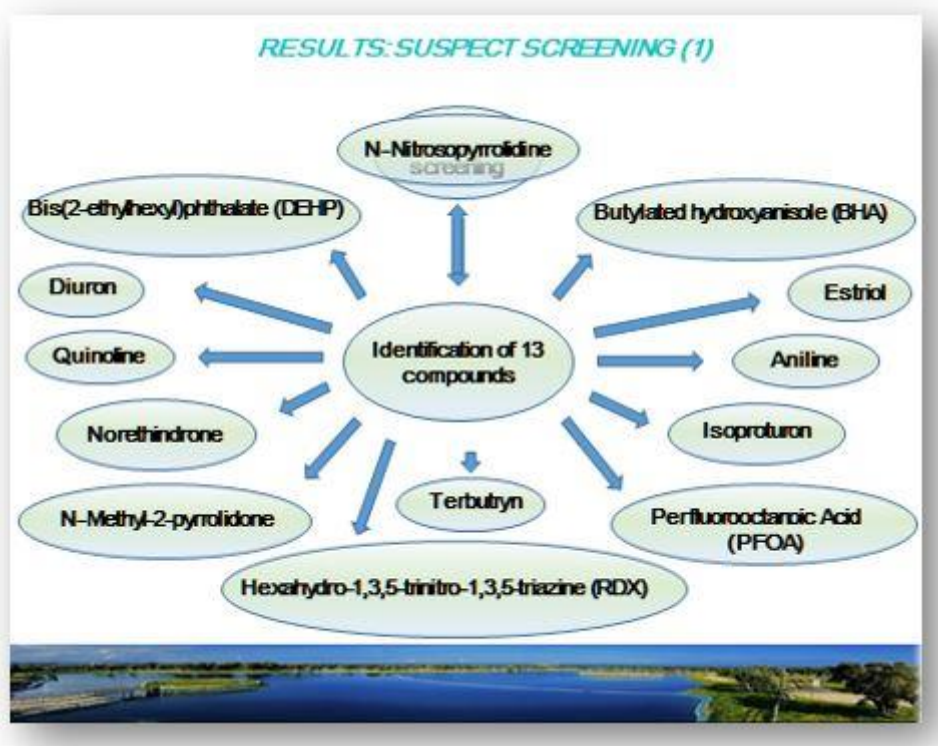


Fig. 12. Sostanze sospette rilevate.



Il treno di trattamento composto da ossidazione avanzata H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/O<sub>3</sub> e successiva biofiltrazione con carbone attivo mostra una efficienza pressoché totale nella rimozione di dette sostanze, come si evince dalle figure seguenti.

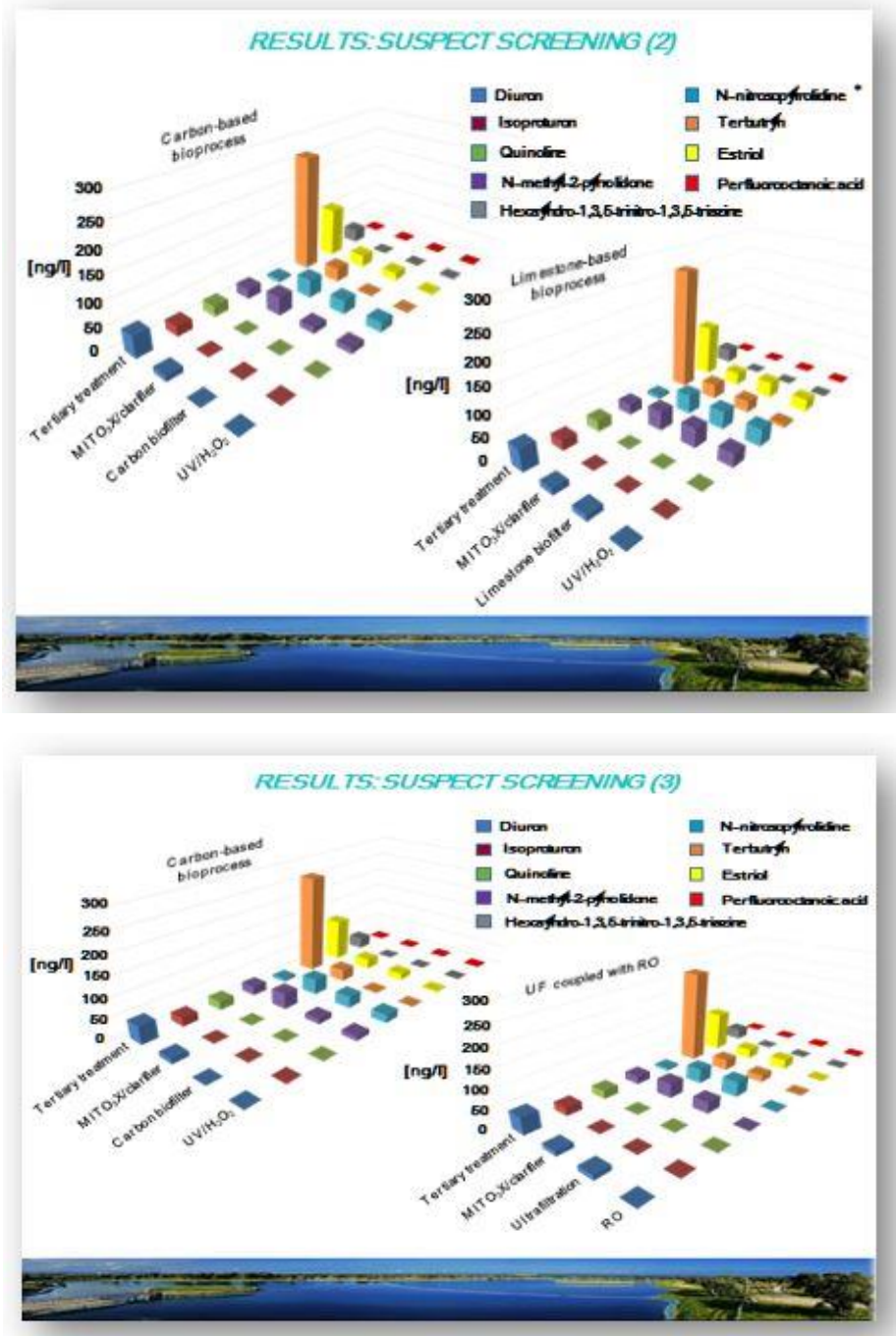


Fig. 13. Risultati di abbattimento delle sostanze sospette rilevate.



	P2	P10	P9	P8
<b>Butylated hydroxyanisole (BHA)</b>				
<b>Di(2-etilesil)ftalato (DEHP)</b>				
<b>Diuron</b>				
<b>Isoproturon</b>				
<b>Quinoline</b>				
<b>N-Methyl-2-pyrrolidone</b>				
<b>N-nitrosopyrrolidine (NPYR)</b>				
<b>Norethindrone (19-Norethisterone)</b>				
<b>Terbutrina</b>				
<b>Estriol</b>				
<b>RDX (Hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazine)</b>				
<b>Acido Perfluorooottanoico (PFOA)</b>				
<b>Aniline</b>				

Fig. 14. Tabella di sintesi relativa alla presenza dei microinquinanti determinati in riferimento alle linee di processo P2 e P8, P9, P10.

#### VALUTAZIONE DI ECOTOSSICITÀ E GENOTOSSICITÀ

Una caratterizzazione ecotossicologica e genotossicologica di controllo è stata eseguita su acqua di trattamento terziario comparata con acqua di rete, la cui sintesi è descritta dalla seguente tabella.



Tab. 2. Caratterizzazione ecotossicologica e genotossicologica delle acque.

	Test acuto con <i>Daphnia magna</i>	Microtox test		
	Percentuale di immobilizzazione a 24h	% di effetto 5 min	% di effetto 5 min	% di effetto 5 min
Acqua di rete	0	-2,31	3,84	2,10
Acqua di trattamento terziario	5	-9,06	-13,62	-16,59

	SOS Chromotest	Comet assay
	IF <sub>max</sub>	% di DNA nella coda rapportata al valore del controllo negativo
Acqua di rete	0.30	1.45
Acqua di trattamento terziario	0.29	1.55

Complessivamente l'analisi effettuata su acqua tal quale di trattamento terziario non ha evidenziato fenomeni di tossicità o di genotossicità, anche confrontata con acqua di rete acquedottistica.

## Conclusioni

Il successo di questa esperienza si lega fortemente all'innovazione tecnologica applicata con l'obiettivo di perseguire un'idea valore: restituire all'ambiente ed al sistema idrico la risorsa nella stessa qualità che aveva prima del suo uso. Si è dimostrato che ciò è possibile senza significativi costi aggiuntivi, con benefici ambientali e con una migliore qualità della vita. I costi operativi si allineano a quelli dei trattamenti terziari convenzionali nella fascia tra 0,13-0,30 €/m<sup>3</sup>.

L'impianto di Fasano Forcatella è pronto per ricevere in piena scala le tecnologie ed i risultati della sperimentazione. Detto trasferimento avverrà a valle della seconda fase di sperimentazione voluta dalla Regione Puglia, al fine di consolidare i risultati perseguiti.

Le acque di scarico del depuratore verranno consegnate ai bacini nella qualità richiesta per il riuso integrale e per il riuso potabile indiretto. Nello specifico la



qualità attesa nel secondo bacino è quella regolata dal D.Lgs. 31/2001 per le acque destinate al consumo umano, ad elevato controllo sui microinquinanti prioritari e attenzionati. Il “lago di Forcatella” in questo modo potrà meglio integrarsi nel sistema naturale, ospitare flora, fauna e l’uomo che con approccio garbato potrà fruire dei valori ambientali, tecnologici e scientifici del sito.

Il sistema della depurazione in Puglia, tra i più avanzati in Europa, con i suoi 183 presidi depurativi, potrà transitare in modo strutturato verso trattamenti terziari avanzati efficientemente interconnessi ai trattamenti biologici. Dai 183 depuratori potranno essere prodotti non più scarichi ma sorgenti contribuendo ad attuare in modo virtuoso il paradigma dell’economia circolare applicato alla acqua.

## BIBLIOGRAFIA e SITOGRAFIA

EEA (2018). *Ambiente acquatico e marino*.

<https://www.eea.europa.eu/it/themes/water>

Anderson P., N. Denslow J.E. Drewes A. Olivieri D. Schlenk, and Snyder S. (2010). *Final Report monitoring strategies for Chemicals of Emerging Concern (CECs) in Recycled Water*. Recommendations of a Science Advisory Panel. Sacramento, CA: SCCWRP.

Baldwin S., Bristow T., Ray A., Rome K., Sanderson N., Sims M., Cojocariu C., Silcock P. (2016). Applicability of gas chromatography/quadrupole-Orbitrap mass spectrometry in support of pharmaceutical research and development. *Rapid Communications Mass Spectrometry*, 30: 873-880. doi: [10.1002/rcm.7505](https://doi.org/10.1002/rcm.7505).

Chibwe L., Titaley I. A., Hoh E., Simonich S.L.M. (2017). Integrated framework for identifying toxic transformation products in complex environmental mixtures. *Environmental Science and Technology Letters*, 4: 32-43.

EPA (2016). *Contaminant Candidate List (CCL) and regulatory determination. List 4*. <https://www.epa.gov/ccl/chemical-contaminants-ccl-4>

ISTAT (2019). *Le statistiche dell'Istat sull'acqua. Anni 2015-2018*

[https://www.istat.it/it/files/2019/03/Testo-integrale\\_Report\\_Acqua\\_2019.pdf](https://www.istat.it/it/files/2019/03/Testo-integrale_Report_Acqua_2019.pdf)

Liernert J., Gudel K., Escher B. I. (2007). Screening method for ecotoxicological hazard assessment of 42 pharmaceuticals considering human metabolism and excretory routes. *Environmental Science and Technology Letters*, 41(12): 4471-4478.

Garcia-Cuelva L., Berglund E. Z., Binder A. R. (2016). Public perceptions of water shortages, conservation behaviors, and support for water reuse in the U.S. *Resources, Conservation and Recycling*, 113: 106-115.

Khan S. (2013). *Drinking water through recycling*. A report of a study by the



Australian Academy of Technological Sciences and Engineering (ATSE). Melbourne, Victoria, Australia

Piras F., Santoro O., Pastore T., Pio I., De Dominicis E., Gritti E., Caricato R., Lionetto M.G., Mele G., Santoro D. (2020) Controlling micropollutants in tertiary municipal wastewater by O<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, granular biofiltration and UV254/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> for potable reuse applications. *Chemosphere*, 239: 124635.

Santoro O., Pastore T., Santoro D., Crapulli F., Raisee M., Moghaddami M. (2013). Combined physico-chemical treatment of secondary settled municipal wastewater in a multifunctional reactor. *Water Science and Technology*, 68(8):1715-1722.

Trussell R. R. (2012). Potable reuse: State of the science report and equivalency criteria for treatment trains. *WaterReuse*: 11-02(Phase 2).

UE. *La direttiva quadro sulle acque dell'Unione Europea*

<https://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/wfd/it.pdf>

UN WATER (2019). *The United Nations world water development report 2019. Leaving non one behind*

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367306>

Vecitis C.D., Park H., Cheng J., Mader B.T., Hoffmann M.R. (2009). Treatment technologies for aqueous perfluorooctanesulfonate (PFOS) and perfluorooctanoate (PFOA). *Frontiers of Environmental Science & Engineering in China*, 3(2): 129-151.

WRE (2019). *Water Reuse Europe Review 2018*. Water Reuse Europe.



# ACQUA COMUNI E CLIMATIZZAZIONE GEOTERMICA: BUONE PRATICHE REGIONALI IN ALCUNI COMUNI DELLA PUGLIA

Michele Chieco

*Geologo – Referente per i Rapporti di collaborazione con Università, Enti di ricerca e Centri di competenza della Sezione “Studio e Supporto alla Legislazione e alle Politiche d Garanzia” del Consiglio Regionale della Puglia.*

## INTRODUZIONE

Concettualmente si può definire una pompa di calore come un'apparecchiatura in grado di trasferire il calore in direzione inversa a quella “naturale”. Il calore si trasferisce infatti spontaneamente da un corpo più caldo ad uno più freddo, mentre la pompa di calore può trasferire calore da un corpo a temperatura più bassa ad un corpo a temperatura più alta. Per questo trasferimento nella gran parte dei casi il dispositivo utilizza energia elettrica o gas metano nel caso di pompe di calore ad assorbimento a gas (Chieco, 2011). Con la diffusione sempre maggiore delle pompe di calore si è progressivamente ampliata la possibilità di sfruttare l'aria ed il sottosuolo per lo scambio termico. Per gli utilizzi più comuni nel campo della climatizzazione e dell'utilizzo di calore e freddo in alcuni processi produttivi, il sottosuolo ha caratteristiche che rendono molto più vantaggioso lo scambio termico per mezzo di pompe di calore rispetto all'aria. La temperatura del sottosuolo infatti mantiene un'elevata stabilità nel corso dell'anno ed ha valori mediamente più alti della temperatura dell'aria esterna in inverno e più bassi d'estate. L'elevata capacità termica degli ammassi rocciosi e delle falde acquifere, inoltre, rende il sottosuolo una sorgente termica in grado di garantire prestazioni migliori rispetto all'aria, a fronte di consumi elettrici (o di gas) minori.

In ragione di tali vantaggi la climatizzazione geotermica e più in generale la geotermia a bassa entalpia possono giocare un ruolo importante per il raggiungimento degli obiettivi fissati dall'ONU nell'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile.

La Regione Puglia nelle sue politiche, nel corso dell'ultimo decennio, ha dedicato uno spazio sempre maggiore al tema dello scambio termico con il sottosuolo e le acque sotterranee, realizzando concretamente progetti di geoscambio in alcuni comuni, presso immobili di proprietà regionale.



## **Le più recenti iniziative regionali e la connessione con l'Agenda 2030 dell'ONU**

La Regione Puglia, negli ultimi anni, ha messo in campo differenti iniziative che mirano a fornire esempi e strumenti a progettisti e imprese che si avvicinano all'ideazione e realizzazione di impianti di geoscambio tramite sonde geotermiche. Tale approccio consegue all'assenza del c.d. "Decreto Posa Sonde", ovvero il Decreto attuativo del D.Lgs. 3 marzo 2011, n. 28, di recepimento della direttiva 2009/28/CE in materia di energie rinnovabili, in cui dovranno essere stabilite *"le prescrizioni per la posa in opera degli impianti di produzione di calore da risorsa geotermica, ovvero sonde geotermiche, destinati al riscaldamento e alla climatizzazione di edifici, e sono individuati i casi in cui si applica la procedura abilitativa semplificata (...)"*. Una recente ricognizione (Spalvieri, 2018) ha evidenziato come solo una parte minoritaria di Regioni e Province Autonome ha regolato in autonomia le procedure con strumenti eterogenei e di rango differente (linee guida, regolamenti, leggi regionali, ecc.); in alcune delle restanti, tra le quali la Puglia, sono state attuate iniziative di drafting di disposizioni di orientamento o prescrittive. Per la Puglia esiste un Regolamento, redatto nel 2015, che tuttavia non ha completato il suo iter di approvazione e necessita oggi di essere riformulato dopo una fase di approfondimenti conoscitivi, resa necessaria dall'avanzamento dello stato dell'arte delle evidenze scientifiche e dalle risultanze applicative delle norme nelle altre realtà nazionali ed estere.

L'assenza del richiamato "Decreto Posa Sonde" ha generato quindi in Italia un panorama di regole non del tutto coerente, e frammentario, tra le diverse Regioni e, con riferimento ai regolamenti attuativi, anche tra diverse Province. Si assiste quindi alla contraddittorietà tra l'esigenza di favorire una buona pratica, sostenibile e matura dal punto di vista tecnologico, e la mancanza di indirizzi regolatori chiari e di un quadro di incentivi mirato. Di qui il tentativo della Regione Puglia di supplire alla carenza di normativa nazionale attraverso azioni non legislative ma destinate a fornire ai progettisti dimostrazioni di fattibilità a varia scala e indicazioni operative per lo sfruttamento di una tecnologia fondamentale per ridurre il consumo di risorse energetiche non rinnovabili ed altrettanto utile quale strategia di adattamento a condizioni climatiche in rapida evoluzione.

Per tener conto delle più recenti acquisizioni scientifiche e normative, anche in riferimento all'applicazione delle normative stesse, il Consiglio Regionale della Puglia ha dedicato specifiche risorse per un approfondimento sul tema dello scambio di calore con il sottosuolo, considerandolo fondamentale per lo sviluppo territoriale della Regione, prevedendo una particolare attenzione per le connessioni tra aspetti legislativi e di conoscenza del territorio regionale.



Il tema costituisce infatti oggetto di una iniziativa conoscitiva di testing nell'ambito della complessiva messa in atto di un partenariato di studio e documentazione a supporto dell'attività legislativa sugli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile con gli Istituti IRPI ed IRSA del CNR (CRP, 2018).

L'evoluzione delle normative regionali (es. Lazio legge regionale 21 aprile 2016, n. 3 "Disciplina in materia di piccole utilizzazioni locali di calore geotermico") e l'insorgenza di problematiche applicative hanno più volte evidenziato la necessità di approfondire gli studi, con particolare riferimento ai reali rischi ambientali caratteristici di ogni territorio, per consentire la tutela dell'ambiente e, allo stesso tempo, non limitare, ove non necessario, la diffusione di una tecnologia sostenibile.

È infatti evidente, dalle considerazioni svolte, come la ricerca sul tema e l'uso dello scambio termico con il sottosuolo possano apportare vantaggi rilevanti nel rendere le comunità più sostenibili e più resilienti nei confronti dei cambiamenti climatici (Bruno *et al.*, 2014). Questo aspetto rende nodale il ruolo della climatizzazione geotermica e delle altre tecnologie annoverate nella categoria della geotermia a bassa entalpia<sup>1</sup> nel raggiungimento dei molti target correlati agli obiettivi dell'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile dell'ONU quali:

3.d "Rafforzare la capacità di tutti i paesi, in particolare i paesi in via di sviluppo, per il preallarme, la riduzione e la gestione dei rischi per la salute a livello nazionale e globale" (*Si pensi agli effetti sanitari delle ondate di calore e di freddo ed alla capacità della climatizzazione geotermica di garantire uguali condizioni di comfort termico agli ambienti con consumi energetici ed emissioni molto più ridotti*);

7.2 "Aumentare notevolmente entro il 2030 la quota di energie rinnovabili nel mix energetico globale" (*Le rinnovabili termiche, tra le quali rientra la geotermia a bassa entalpia, possono contribuire notevolmente al raggiungimento di questo target*);

7.3 "Raddoppiare entro il 2030 il tasso globale di miglioramento dell'efficienza energetica";

7.a "Incrementare entro il 2030 la cooperazione internazionale per facilitare l'accesso alla ricerca energetica e alle tecnologie legate all'energia pulita, comprese le energie rinnovabili, l'efficienza energetica e le tecnologie più avanzate e pulite dei combustibili fossili, e promuovere gli investimenti nelle infrastrutture energetiche e tecnologie di energia pulita";

11.5 "entro il 2030 ridurre in modo significativo il numero di morti e il numero di persone colpite da calamità compresi i disastri provocati

---

<sup>1</sup> Con approssimazione esemplificativa si tratta di tecnologie applicabili nelle aree dove il sottosuolo e le acque superficiali e sotterranee non presentano valori di temperatura più elevati di quelli considerati "normali", ove cioè non si ritrovino acque termali calde, serbatoi magmatici, ecc..



dall'acqua, e ridurre sostanzialmente le perdite economiche dirette rispetto al prodotto interno lordo globale, con una particolare attenzione alla protezione dei poveri e delle persone in situazioni di vulnerabilità"; *(si veda quanto esposto rispetto alle ondate di calore e freddo);*

11.6 "Ridurre entro il 2030 l'impatto ambientale negativo pro capite delle città, in particolare riguardo alla qualità dell'aria e alla gestione dei rifiuti"; *(minori consumi energetici si traducono ovviamente in minori emissioni);*

11.b "Entro il 2020, aumentare notevolmente il numero di città e di insediamenti umani che adottano e attuano politiche e piani integrati verso l'inclusione, l'efficienza delle risorse, la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici, la resilienza ai disastri, lo sviluppo e l'implementazione, in linea con il *Quadro di Sendai per la Riduzione del Rischio di Disastri 2015-2030 (UNISDR, 2015)*, e che promuovono e attuano una gestione complessiva del rischio di catastrofe a tutti i livelli";

11.c "Sostenere i paesi meno sviluppati, anche attraverso l'assistenza tecnica e finanziaria, nella costruzione di edifici sostenibili e resilienti che utilizzino materiali locali".

### **Progetti realizzati dalla Regione Puglia in alcuni Comuni**

Le proiezioni più recenti delle Nazioni Unite (UN, 2018 e 2019) confermano che nel mondo saranno le città ad ospitare la percentuale di popolazione maggiore e che la progressiva crescita della stessa popolazione sarà assorbita prevalentemente nell'ambito dei contesti urbani. Si capisce quindi come saranno proprio i contesti urbani a porre le maggiori sfide per l'adattamento climatico, la riduzione dei consumi e l'uso delle rinnovabili, la salute della popolazione.

In tale contesto la sperimentazione dell'uso del geoscambio nei contesti urbani è quindi quella che definisce una migliore restituzione di elementi utili ed una maggiore potenzialità di replicabilità delle buone pratiche individuate. Al contempo è quella che pone i maggiori problemi realizzativi e di conflittualità data l'elevata densità di popolazione, la scarsa disponibilità di spazi di allocazione degli impianti, la complessità delle procedure autorizzative che devono contemperare la molteplicità degli interessi pubblici e privati presenti, e spesso contrapposti.

La Regione Puglia, come richiamato in precedenza, negli ultimi anni ha intrapreso una decisa azione di attuazione di progetti esemplari di geoscambio su propri immobili, concentrati prevalentemente proprio nei contesti urbani cercando al contempo di adottare casistiche localizzative diverse ed altrettanto complesse, in modo da fornire esempi di buone pratiche nella scelta dei siti, nella progettazione, nella gestione delle fasi autorizzative, nella realizzazione e nell'esercizio degli impianti.

Con deliberazione del Consiglio Regionale 21 dicembre 2018, n. 250 "Documento di economia e finanza regionale (DEFR) 2019-2021 –



Approvazione (Deliberazione della Giunta regionale n. 2261 del 04/12/2018)”, pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Puglia n. 164 del 28-12-2018, è stato approvato il DEFR 2019-2021 che contiene le linee strategiche e le politiche alla base del bilancio di previsione finanziario. La prima parte del DEFR descrive il contesto economico sovraregionale e regionale alla base della individuazione delle azioni previste dal Governo regionale. Nella seguente immagine vengono illustrate le ubicazioni degli impianti geotermici a ciclo chiuso già realizzati a servizio di immobili di proprietà della regione Puglia, corrispondenti al sotto riportato elenco contenuto nel DEFR (pag. 176).

<p><b><u>Impianti geotermici già realizzati</u></b> e attivi presso i seguenti immobili:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Palazzo Agricoltura in Bari</li> <li>- Palazzo uffici di via Celso Ulpiani in Bari</li> <li>- Palazzo uffici presidenza della Giunta Regionale in Bari</li> <li>- uffici presso Osservatorio faunistico regionale in Bitetto (BA)</li> <li>- uffici presso immobile ex CIAP in Bari</li> <li>- Masseria "Le Cesine" in Vernole (LE)</li> <li>- uffici presso immobile ex ENAIP in Modugno (BA)</li> <li>- uffici di viale Aldo Moro in Lecce</li> <li>- ex Genio Civile in Taranto</li> <li>- uffici regionali via Tirrenia in Taranto</li> <li>- uffici regionali presso pad. 107 della Fiera del Levante (in fase di realizzazione)</li> </ul>
--

I risparmi economici ed energetici ottenuti e le corrispondenti riduzioni delle emissioni conseguite dal complesso delle azioni di efficientamento energetico realizzate sono invece di seguito riassunti (DEFR Puglia 2019-2021, par. 1.25 “Pratiche di efficientamento energetico”):

- Risparmio economico di combustibile: € 1.153.903,00
- Produzione di energia da fonte rinnovabile: 6893,20 MWh
- Riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> (tonnellate di anidrite carbonica): 2.894 tCO<sub>2</sub>
- Riduzione di consumo di petrolio equivalente (tonnellate di petrolio equivalente – pet): 1256 pet.

Di seguito si richiamano, per gli impianti geotermici elencati nel DEFR già realizzati (ad eccezione di quello del pad. 107 della Fiera del Levante riportato come “in fase di realizzazione”), alcuni elementi descrittivi essenziali, immagini di inquadramento e fasi realizzative che possano essere di riferimento per tecnici, amministratori e cittadini per evidenziare la fattibilità in contesti analoghi di sistemi di geoscambio a ciclo chiuso per la climatizzazione.



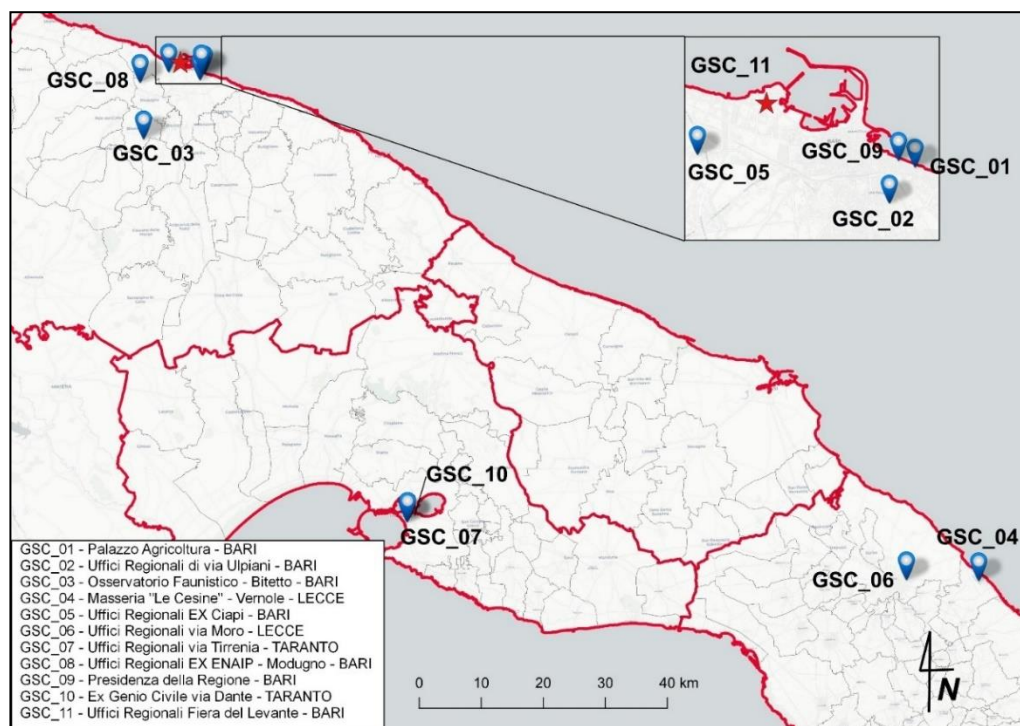


Fig. 1. Ubicazione degli impianti di geoscambio a ciclo chiuso realizzati presso alcuni immobili di proprietà regionale in alcuni comuni della Puglia. Il pin indica la localizzazione degli impianti descritti nel testo mentre l'impianto indicato dal simbolo stella non è descritto in quanto riportato come "in fase di realizzazione" nel DEFR. (elab. dott. Giorgio De Giorgio su dati Regione Puglia, Base cartografica SIT Puglia).

## 1. Impianto Geotermico - Palazzo Agricoltura, Bari

Il Palazzo Agricoltura è posizionato nella zona meridionale del lungomare di Bari ed è sede dell'Assessorato all'Agricoltura della Regione Puglia. In questa sede è localizzato un impianto combinato che climatizza l'intero immobile la cui potenza di progetto è stimata in 294 kW per la parte geotermica e in 200 kW per le macchine aerotermiche. Le pompe di calore geotermiche sono del tipo ad assorbimento a gas metano, integrate da pompe di calore a compressione aerotermiche per i picchi di esigenza termica estiva. Il campo sonde geotermico a servizio dell'impianto è stato realizzato in parte nel cortile interno dell'edificio ed in parte nelle pertinenze a giardino esterne allo stesso. Nel complesso sono state installate 16 sonde geotermiche a circuito chiuso a singola U, ognuna delle quali avente una lunghezza di 125 metri. Lo sviluppo metrico complessivo risulta di circa



2000 metri. Dal punto di vista geologico la verticale stratigrafica è costituita esclusivamente da calcari e calcari dolomitici in vario grado fratturati e carsificati che ospitano la falda carsica di base ed il cui livello è posizionato a pochi metri di profondità dal piano campagna. Questo implica che le sonde geotermiche siano quasi completamente a contatto con le acque di falda. In relazione allo specifico contesto geologico ed idrogeologico, per ottimizzare la trasmissione di calore e così incrementare la resa termica delle singole sonde legata alla presenza delle acque di falda, le sonde geotermiche non sono state cementate per tutta la profondità ma solo nei primi metri di perforo, stabilizzando il tratto restante con ghiaia e pietrisco in maniera tale da massimizzare il contatto con le acque di falda. Per controllare i parametri termici di funzionamento e l'interazione con il sottosuolo infine, l'impianto è stato dotato di un avanzato sistema di monitoraggio caratterizzato dalla presenza di catene termometriche che registrano le perturbazioni termiche indotte dal campo sonde.



Fig. 2. Immagini relative all'impianto geotermico del "Palazzo Agricoltura" a Bari.



## 2. Impianto Geotermico - Immobile sede di Uffici della Regione Puglia in via Celso Ulpiani a Bari

Presso l'immobile di via Celso Ulpiani, sede di Uffici della Regione Puglia, ubicato in un'area densamente urbanizzata di Bari, è localizzato un impianto combinato che climatizza l'intero immobile, la cui potenza di progetto è di 126 kW per la parte geotermica e di 90 kW per le macchine aerotermiche. Le pompe di calore geotermiche sono integrate da pompe di calore a compressione aerotermiche per i picchi di esigenza termica. Il campo sonde geotermico a servizio dell'impianto è stato realizzato nel parcheggio di pertinenza ed è composto da 8 sonde geotermiche a circuito chiuso a singola U, ognuna delle quali avente una lunghezza di 125 metri. Lo sviluppo metrico complessivo risulta di circa 1000 metri. Dal punto di vista geologico la verticale stratigrafica è costituita da calcareniti e calciruditi plio-pleistoceniche aventi uno spessore di circa 12 metri che giacciono su calcari e calcari dolomitici in vario grado fratturati e carsificati. Il complesso carbonatico ospita la falda carsica di base per cui anche in questo caso le sonde geotermiche sono per ampia parte a contatto con le acque di falda e, per ottimizzare la trasmissione di calore e così incrementare la resa termica delle singole sonde, i tratti in falda sono stati stabilizzati con ghiaia e pietrisco.



Fig. 3. Immagini relative all'impianto geotermico a servizio dell'immobile sede di Uffici regionali, in via Celso Ulpiani a Bari.



### 3. Impianto Geotermico - Immobile ex CIAPI, Bari (Z.I.)

L'immobile denominato Ex CIAPI, sede di Uffici regionali, è posizionato nella zona Industriale di Bari. Presso tale immobile è localizzato un impianto combinato di geotermia e sistema solar cooling che climatizza l'intero immobile, la cui potenza di progetto stimata è di 292 kW per la parte geotermica e di 180 kW per il solar cooling. Il campo sonde geotermico a servizio dell'impianto è stato realizzato nelle aree a verde di pertinenza ed è composto da 16 sonde geotermiche a circuito chiuso a singola U, ognuna delle quali avente una lunghezza di 125 metri. Lo sviluppo metrico complessivo risulta di circa 2000 metri. Dal punto di vista geologico la verticale stratigrafica è costituita da calcari e calcari dolomitici in vario grado fratturati e carsificati che ospitano la falda carsica di base ed il cui livello è posizionato a circa 40 metri di profondità dal piano campagna. Le sonde geotermiche sono quindi a contatto con le acque di falda per più della metà della loro lunghezza. In relazione allo specifico contesto geologico ed idrogeologico, per ottimizzare la trasmissione di calore e così incrementare la resa termica delle singole sonde legata alla presenza delle acque di falda, anche in questo caso le sonde geotermiche sono state stabilizzate con ghiaia e pietrisco nel tratto a contatto con l'acqua di falda, mentre sono state cementate nel tratto anidro dell'ammasso roccioso.



Fig. 4. Immagini relative all'impianto geotermico presso l'immobile ex CIAPI, nella zona industriale di Bari.



#### 4. Impianto Geotermico - Immobile sede di Uffici della Regione Puglia in viale Aldo Moro, Lecce

A Lecce, l'immobile sede di Uffici regionali di viale Aldo Moro è posizionato nella zona periferica orientale della città. Qui è localizzato un impianto combinato che climatizza l'intero immobile la cui potenza di progetto è stimata in 250 kW per la parte geotermica ed in 140 kW per le macchine aerotermiche che integrano quelle geotermiche per i picchi di esigenza termica estiva. Il campo sonde geotermico a servizio dell'impianto è stato realizzato nel parcheggio di pertinenza ed è composto da 9 sonde geotermiche a circuito chiuso a singola U, ognuna delle quali avente una lunghezza di 250 metri. Il diametro dei fori è di 220 mm dal piano campagna fino a circa 130 metri di profondità e di 170 mm fino a fondo foro. Lo sviluppo metrico complessivo risulta di circa 2250 metri. Dal punto di vista geologico la verticale stratigrafica è costituita da calcareniti fini mioceniche aventi uno spessore di circa 80 metri in contatto erosivo con calcari e calcari dolomitici mesozoici in vario grado fratturati e carsificati. L'ammasso roccioso carbonatico mesozoico ospita la falda carsica di base il cui livello si attesta a circa 40 metri di profondità dal piano campagna. Nel tratto che interessa i calcari mesozoici le sonde geotermiche non sono state cementate ma stabilizzate con ghiaio in modo da renderle sempre a contatto con le acque della falda carsica, mentre nella restante parte sono state cementate e rese solidali all'ammasso roccioso superficiale.

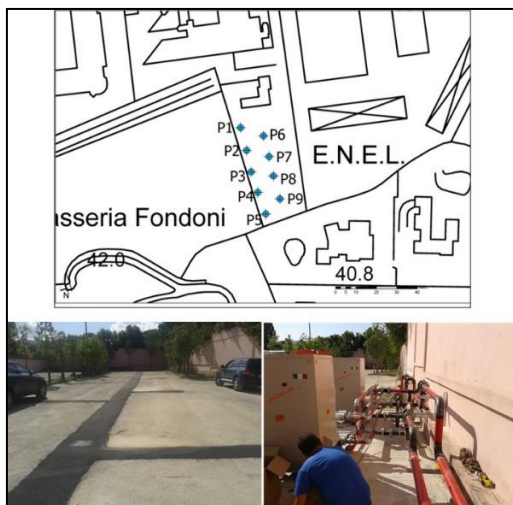


Fig. 5. Immagini relative all'impianto geotermico presso l'immobile sede degli uffici regionali di viale Aldo Moro a Lecce.



## **5. Impianto Geotermico - Immobile sede di Uffici della Regione Puglia, in via Tirrenia, Taranto**

A Taranto, l'immobile sede di Uffici regionali in via Tirrenia è posizionato nella zona centrale della Città. Presso tale sede è localizzato un impianto combinato che climatizza l'intero immobile la cui potenza di progetto è stimata in 248 kW per la parte geotermica e di 160 kW per le macchine aerotermiche. Le pompe di calore geotermiche sono integrate da pompe di calore a compressione aerotermiche per i picchi di esigenza termica estiva. Il campo sonde geotermico a servizio dell'impianto è stato realizzato nel parcheggio di pertinenza ed è composto da 10 sonde geotermiche a circuito chiuso a singola U, ognuna delle quali avente una lunghezza di 225 metri. Il primo tratto di perforazione è stato realizzato con diametro di 200 mm, fino alla profondità di rinvenimento del substrato calcareo (variabile tra 82 ed 85 m dal p.c.), successivamente rivestito con tubazioni in acciaio con diametro di 152 mm e spessore 3 mm. La perforazione è stata quindi approfondita, con diametro 141 mm, fino a alla profondità di 224-225 m. Lo sviluppo metrico complessivo risulta di circa 2250 metri. Dal punto di vista geologico la verticale stratigrafica risulta molto complessa. Nella parte superficiale sono presenti calcareniti e sabbie in genere sciolte o con grado di coesione molto basso aventi uno spessore di circa 7 metri che poggiano in contatto erosivo con l'unità argillosa plio-pleistocenica. Questa unità raggiunge una profondità di circa 85 metri dal piano campagna e poggia su un livello calcarenitico di pochi metri di spessore. Il substrato calcareo mesozoico infine, viene raggiunto a circa 90 metri di profondità dal piano campagna. La presenza di differenti unità litologiche lungo la verticale stratigrafica complica anche le caratteristiche idrogeologiche del sito, infatti in questo contesto la circolazione idrica sotterranea è caratterizzata dalla presenza di due distinte falde; la prima, più profonda, è rappresentata dalla falda carsica circolante nelle rocce carbonatiche del substrato mesozoico, variamente fratturato e carsificato; la seconda è rappresentata da una falda superficiale che si rinviene a piccola profondità dal piano campagna, la cui esistenza è dovuta alla presenza di livelli di sedimenti impermeabili al letto della formazione che funge da acquifero. In relazione allo specifico contesto geologico ed idrogeologico, per ottimizzare la trasmissione di calore e non mettere in contatto le due distinte falde presenti, le sonde geotermiche sono state stabilizzate con ghiaio in modo da renderle sempre a contatto con le acque di falda solo nel tratto attestato nei calcari mesozoici mentre nella parte restante sono state cementate e rese solidali all'ammasso roccioso superficiale ricostituendo l'assetto idrogeologico originario.





Fig. 6. Immagini relative all'impianto geotermico presso l'immobile sede di Uffici regionali della Puglia, in via Tirrenia a Taranto.

## 6. Impianto Geotermico - Palazzo della Presidenza della Regione Puglia, Bari

Il Palazzo della Presidenza della Regione Puglia è posizionato nella zona centrale del lungomare di Bari. Presso questa sede è localizzato un impianto combinato che climatizza l'intero immobile la cui potenza di progetto è di 120 kW per la parte geotermica, di 168 kW per le macchine aerotermiche ad assorbimento a gas e di 160 kW per il sistema di trigenerazione. Il campo sonde geotermico a servizio dell'impianto è stato progettato per essere allocato nel cortile interno dell'edificio con 5 sonde geotermiche a circuito chiuso a singola U, ognuna delle quali avente una lunghezza di 250 metri. Lo sviluppo metrico complessivo di progetto risulta quindi di 1250 metri. Dal punto di vista geologico la verticale stratigrafica è costituita da calcari e calcari dolomitici mesozoici, in vario grado fratturati e carsificati in cui circola la falda carsica. Per ottimizzare la trasmissione di calore, e così incrementare la resa termica, è stata realizzata la cementazione solo nel tratto iniziale di perforo; per la parte restante le sonde sono state stabilizzate con ghiaio e pietrisco in maniera tale da renderle sempre a contatto con le acque di falda.



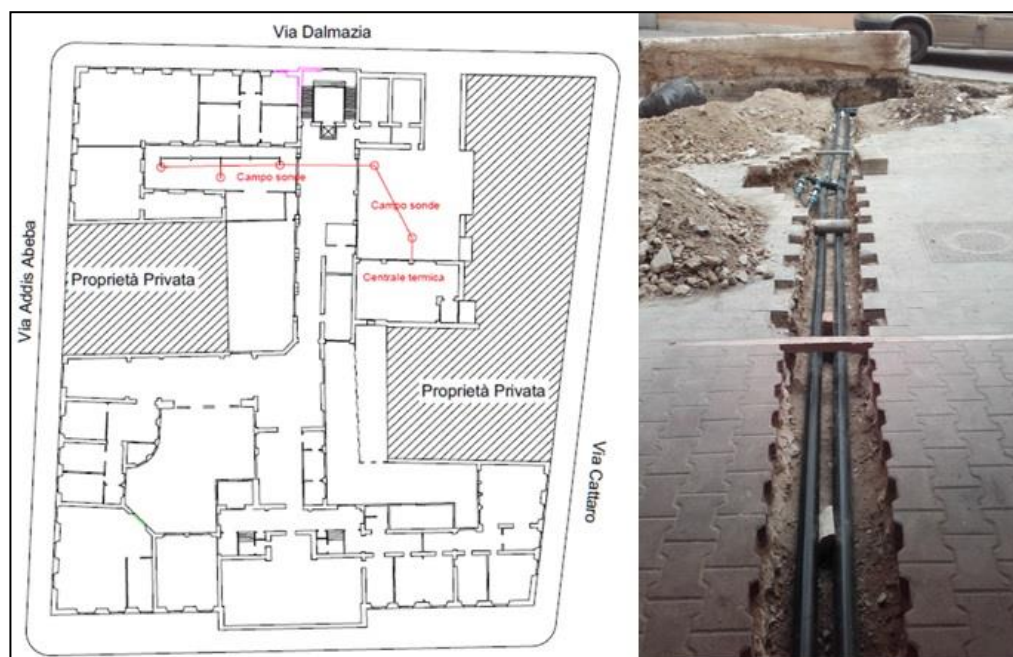


Fig. 7. Immagini relative all'impianto geotermico del Palazzo della Presidenza della Regione Puglia sul lungomare di Bari.

## 7. Impianto Geotermico - Masseria Le Cesine, Vernole

La Masseria "Le Cesine" è posizionata nella zona costiera del Comune di Vernole, nell'omonima Oasi Naturalistica gestita del WWF, riconosciuta come SIC (Sito di Importanza Comunitaria) per la notevole valenza ecologica ed ambientale del sito. L'impianto di climatizzazione geotermico realizzato in questo contesto di notevole pregio ambientale e caratterizzato dal delicato equilibrio naturalistico che ne regola i meccanismi ecologici, risulta essere uno dei pochi, se non l'unico, esempio di climatizzazione geotermica realizzato in area costiera protetta in Europa. L'impianto, in particolare, climatizza l'intero immobile ed è costituito da pompe di calore a compressione elettriche la cui potenza di progetto è stimata in 28 kW. Il campo sonde geotermico a servizio dell'impianto è stato realizzato nel cortile interno della masseria ed è composto da 2 sonde geotermiche a circuito chiuso a doppia U, ognuna delle quali avente una lunghezza di 200 metri. Lo sviluppo metrico complessivo risulta di circa 400 metri. La verticale stratigrafica del sito risulta molto complessa, costituita da unità litologiche differenti ed aventi ruoli idrogeologici eterogenei che si riflettono in una complessa circolazione idrica sotterranea. In corrispondenza del sito infatti, sono state distinte tre falde separate da acquicludi e/o acquitardi costituiti



da argille marnose e calcareniti fini e compatte. In relazione a questo complesso sistema idrogeologico, e consapevoli del fondamentale ruolo che le acque sotterranee rivestono negli equilibri ecologici dell'area protetta, particolare cura è stata posta alla fase di completamento dei fori in cui sono state installate le sonde geotermiche. È stato necessario infatti, ricostituire le condizioni idrogeologiche ante operam, e non comprometterne pertanto gli equilibri di salinità e temperatura esistenti. Per preservare il vantaggio, ai fini termici, della presenza di falda e acqua in movimento, i fori non sono stati cementati per tutta la loro lunghezza, ma solo in quei tratti necessari ad assicurare l'isolamento degli acquiferi in corrispondenza dei perfori. Le altre parti sono state stabilizzate con pietrisco. Per controllare i parametri termici di funzionamento dell'impianto e valutare l'impatto termico generato dal campo sonde sulle acque sotterranee infine, l'impianto è stato dotato di un avanzato sistema di monitoraggio consistente nel posizionamento in corrispondenza delle sonde e nei piezometri di monitoraggio, di catene termometriche che registrano le perturbazioni termiche indotte dal campo sonde.

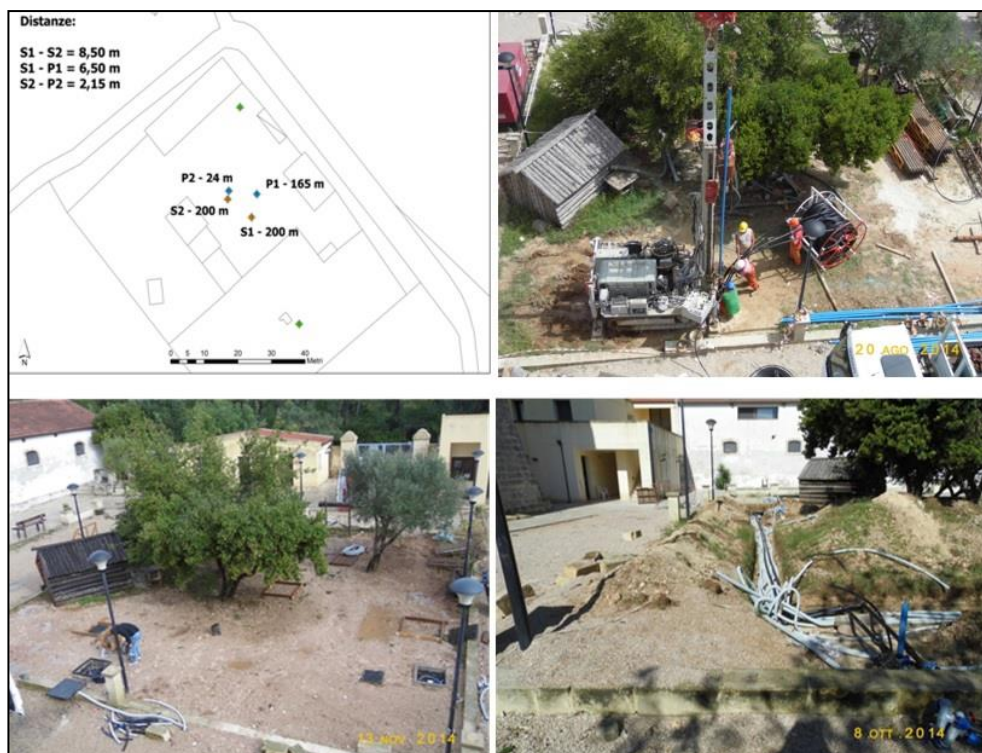


Fig. 8. Immagini relative all'impianto geotermico di Masseria "Le Cesine" nel territorio di Vernole, nel Salento.



## 8. Impianto Geotermico – Sede dell'Osservatorio Faunistico, Bitetto

Per la sede dell'osservatorio faunistico regionale, posizionato nel territorio comunale di Bitetto, è stato realizzato un impianto combinato che climatizza l'intero immobile la cui potenza di progetto è stimata in 28 kW per la parte geotermica e in 168 kW per le macchine aerotermiche.

Il campo sonde geotermico a servizio dell'impianto è stato realizzato nelle aree a verde ed è composto da 5 sonde geotermiche a circuito chiuso a singola U, ognuna delle quali avente una lunghezza di 120 metri. Lo sviluppo metrico complessivo risulta di circa 600 metri. Dal punto di vista geologico la verticale stratigrafica è costituita da calcari e calcari dolomitici mesozoici, in vario grado fratturati e carsificati. Dato il contesto prevalentemente anidro, in questo caso, le sonde sono state cementate per l'intero perforo.



Fig. 9. Immagini relative all'impianto geotermico dell'osservatorio faunistico regionale a Bitetto.

## 9. Impianto Geotermico - Immobile Ex ENAIP, Modugno Z.I.

L'immobile denominato Ex ENAIP è posizionato nella zona Industriale di Modugno ed è sede di Uffici regionali. In questo edificio è stato realizzato un impianto combinato che climatizza l'intero immobile, la cui potenza di progetto è stimata in 248 kW per la parte geotermica e in 180 kW per le macchine aerotermiche. Le pompe di calore geotermiche sono integrate da pompe di calore a compressione aerotermiche per i picchi di esigenza termica estiva. Il campo sonde geotermico a servizio dell'impianto è stato realizzato nelle aree a verde di pertinenza ed è composto da 16 sonde geotermiche a circuito chiuso a singola U, ognuna delle quali avente una lunghezza di 125 metri. Lo sviluppo metrico complessivo risulta di circa 2000 metri. Dal punto di vista geologico la verticale stratigrafica è costituita



esclusivamente da calcari e calcari dolomitici in vario grado fratturati e carsificati che ospitano la falda carsica di base ed il cui livello è posizionato a circa 45 metri di profondità dal piano campagna. In relazione allo specifico contesto geologico ed idrogeologico, per ottimizzare la trasmissione di calore e così incrementare la resa termica delle singole sonde legato alla presenza delle acque di falda, le sonde geotermiche sono state stabilizzate con ghiaio e pietrisco nel tratto a contatto con l'acqua di falda, mentre sono state cementate nel tratto anidro dell'ammasso roccioso.

## **10. Impianto Geotermico - Immobile sede di Uffici della Regione Puglia in Via Dante, Taranto**

A Taranto, l'immobile sede di Uffici regionali in Via Dante è posizionato nella zona centrale della Città. L'impianto realizzato è combinato con un impianto di trigenerazione e climatizza l'intero immobile. La potenza di progetto è stimata in 248 kW per la parte geotermica e in 80 kW per il sistema di trigenerazione. Il campo sonde geotermico a servizio dell'impianto è stato realizzato nel parcheggio di pertinenza ed è composto da 5 sonde geotermiche a circuito chiuso a singola U, ognuna delle quali avente una lunghezza di 225 metri, per uno sviluppo complessivo di 1125 metri. Dal punto di vista geologico, nella parte superficiale sono presenti calcareniti e sabbie in genere sciolte o con grado di coesione molto basso aventi uno spessore di circa 7 metri che poggiano in contatto erosivo con l'unità argillosa plio-pleistocenica. Questa unità raggiunge una profondità di circa 82 metri dal piano campagna e poggia su un livello calcarenitico di pochi metri di spessore. Il substrato calcareo mesozoico infine, viene raggiunto a circa 85 metri di profondità dal piano campagna. La circolazione idrica sotterranea è caratterizzata dalla presenza di due distinte falde; la prima, più profonda, è rappresentata dalla falda carsica circolante nelle rocce carbonatiche del substrato mesozoico, variamente fratturato e carsificato; la seconda è rappresentata da una falda superficiale che si rinviene a pochi metri dal piano campagna ed è sostenuta alla base dall'unità impermeabile delle argille subappennine.

## **Conclusioni e risultanze delle applicazioni**

Dalle esperienze realizzative condotte si può evincere che:

- I sistemi di geoscambio si prestano molto bene all'integrazione con altre tecnologie di climatizzazione (aerotermico, solare termico, trigenerazione, ecc.);
- L'integrazione consente, tra l'altro, di gestire lunghezze di perforazione e modalità di utilizzo degli impianti in modo da ottimizzare i costi realizzativi e ridurre notevolmente i consumi anche dove non è possibile realizzare un numero di sonde sufficiente a coprire l'intero



fabbisogno termico;

- Il sottosuolo rappresenta una fonte termica “pregiata” alla quale attingere aggiungendo, quando il fabbisogno lo richiede, altre fonti;
- I risultati in termini di risparmio economico, energetico e di emissioni degli impianti realizzati sono notevoli ed i tempi di ritorno accettabili;
- Le rese termiche riscontrate in estrazione di calore (funzionamento invernale) possono risultare inferiori rispetto a quelle riscontrate in immissione di calore (funzionamento estivo);
- La tecnologia ad assorbimento a gas è stata inizialmente scelta in contesti con spazio limitato perché consente una riduzione media della lunghezza delle sonde geotermiche fino al 40%, ma ha dato buoni risultati anche in ragione delle sue migliori prestazioni in riscaldamento;
- Le rese termiche sono estremamente variabili in dipendenza delle condizioni geologiche e idrogeologiche (es. 25 – 45 W/m inverno; 35 – 60 W/m estate); i valori bibliografici (VDI, ecc.) non vanno tenuti in considerazione salvo che in fasi assolutamente preliminari della progettazione e conoscendone i limiti applicativi;
- Se sono previsti tratti non cementati di perforo è raccomandato il dimensionamento senza la previsione di additivi antigelo per evitare qualsiasi rischio di contaminazione, anche accidentale (seppure non particolarmente grave in quanto gli additivi usualmente utilizzati sono solitamente analoghi a sostanze di uso alimentare);
- Una robusta conoscenza del comportamento termico del sottosuolo è dirimente ai fini della corretta progettazione e dell’effettivo funzionamento del sistema di geoscambio;
- Un sistema di geoscambio mal progettato, diviene inutile e dannoso per il resto dell’impianto;
- La realizzazione di sonde geotermiche richiede operatori preparati con esperienza specifica nel settore.

## **RINGRAZIAMENTI**

Si ringraziano il dott. Giorgio De Giorgio e l’ing. Antonio Mercurio per le revisioni apportate e le informazioni fornite.

Foto e layout impianti, fonte: Regione Puglia.



## BIBLIOGRAFIA e SITOGRAFIA

Bruno D. E., D'Arpa S., Uricchio V. F., Antonicelli A., Berlingiero G.E., Chieco M., Mercurio A., De Giorgio G., Piccinno P., Cariglia M. (2014). *Progetto Legend. La filiera della geotermia a bassa entalpia in Puglia: dal caso pilota del progetto Legend in area naturale protetta alle linee di indirizzo per l'efficientamento energetico sostenibile degli edifici*. ISBN 9788890381614

Chieco M. (2011) *Geotermia a bassa entalpia: cenni introduttivi e iniziative in Puglia. Report 2011*. Regione Puglia

Chieco M. e Mercurio A. (2016). *Aspetti progettuali ed economici nella realizzazione degli impianti regionali*.

<http://www.sigeaweb.it/documenti/sigeapuglia/geotermia/chieco-mercurio.pdf>

CRP (2018) (Consiglio Regionale della Puglia Det. Dir. N. 6 del 17/10/2018) *Accordo Attuativo "Strumenti di Studio, documentazione e ricerca a supporto delle politiche regionali verso i Sustainable Development Goals e test-focus sulla sostenibilità del geoscambio termico"*

[http://www5.consiglio.puglia.it/DD/DD2010Archivio3.nsf/\(InLinea\)/Testo%20DD\\_SUP%20nr.%206\\_2018/\\$File/SEZ%20STUDIO%20E%20DOCUMENTAZIONE%206.pdf?OpenElement](http://www5.consiglio.puglia.it/DD/DD2010Archivio3.nsf/(InLinea)/Testo%20DD_SUP%20nr.%206_2018/$File/SEZ%20STUDIO%20E%20DOCUMENTAZIONE%206.pdf?OpenElement)

Spalvieri R. (2018). *Geotermia e/o geoscambio: modalità e procedure*  
[http://www.cngeologi.it/wp-content/uploads/2018/06/geotermiaSPALVIERI\\_FRENTANI\\_GIU2018.pdf](http://www.cngeologi.it/wp-content/uploads/2018/06/geotermiaSPALVIERI_FRENTANI_GIU2018.pdf)

ONU, Organizzazione delle Nazioni Unite. *Trasformare il nostro mondo. Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile* <https://unric.org/it/wp-content/uploads/sites/3/2019/11/Agenda-2030-Onu-italia.pdf>

DE GIORGIO G. (2016). Dall'individuazione delle aree alla scelta delle soluzioni impiantistiche per gli usi diretti Casi di studio. In: *Workshop: Geotermia a bassa Entalpia, esperienze a confronto*. Bari, 20 dicembre 2016.  
<http://www.sigeaweb.it/documenti/sigeapuglia/geotermia/degiorgio.pdf>

Regione Puglia (2014). *Piano energetico ambientale regionale. Aggiornamento disposto con DGR 602/2012*.

[http://www.regione.puglia.it/documents/10192/5978211/1181\\_2015\\_3.pdf](http://www.regione.puglia.it/documents/10192/5978211/1181_2015_3.pdf)

United Nations (2018). *World urbanization prospects: The 2018 revision: key facts*.

<https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-KeyFacts.pdf>

United Nations (2019). *World population prospects 2019. "The 2019 revision of world population prospects"*. <https://population.un.org/>

UNISDR (2015). *Sendai Framework for disaster risk reduction 2015-2030*. [https://www.unisdr.org/files/43291\\_sendaiframeworkfordrren.pdf](https://www.unisdr.org/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf)



# LE ANTICHE CULTURE DELL'ACQUA

Giuseppe Spilotro<sup>1,4</sup>, Dolores Fidelibus<sup>2</sup>, Ilenia Argentiero<sup>3</sup>,  
Ruggero Ermini<sup>3</sup>, Alessandro Parisi<sup>2</sup>, Roberta Pellicani<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>CNR IREA Bari, <sup>2</sup>PoliBa Dicatech, <sup>3</sup>UniBas DICEM, <sup>4</sup>SIGEA

## 1. Introduzione

L'acqua è l'elemento fondamentale della vita dalla scala cellulare a quella dell'uomo ed oltre; tale assioma è la chiave di lettura della presenza dell'uomo sul territorio, del suo insediamento e della sua colonizzazione, ove le condizioni erano favorevoli; dove *favorevoli* non deve essere inteso come sinonimo di abbondanza, come noi oggi lo interpretiamo: l'uomo infatti ha calibrato il suo rapporto con l'acqua elaborando nei millenni una raffinatissima cultura, che ha permesso la sua presenza e lo sviluppo degli insediamenti umani sul territorio anche in condizioni estreme di scarsità d'acqua. Tale cultura è tramandata sino a noi ma spesso è dimenticata o più semplicemente ignorata. La facilità con cui si apre un rubinetto (e si tarda a chiuderlo) non favorisce la consapevolezza della storia di quell'acqua e soprattutto del suo vero costo: si tratta di un classico esempio di entropia culturale.

L'enorme piscina di piazza Imam (fig. 1) ad Esfahan, città gratificata da un fiume al margine di un deserto iraniano, è uno dei tanti monumenti che testimoniano il rispetto e la considerazione dell'uomo verso l'acqua. L'importanza dell'acqua sempre più ne accentua la valenza politica: gli oracoli ed i santuari (tramandati dalle antiche alle nuove religioni, comprese quelle delle multinazionali dell'imbottigliamento) non casualmente sono collocati a fianco di importanti sorgenti. Molti dei conflitti passati, presenti e futuri nascono dalle *transboundary waters*, ove *transboundary* non è solo riferito a stati confinanti, ma anche a regioni di uno stesso stato: si pensi, ad esempio, ai problemi relativi all'acqua recentemente sorti tra Campania e Puglia per gli idroprelievi.

Nel testo si propongono delle tracce, delle testimonianze sulle antiche civiltà dell'acqua tramandate nelle nostre terre e nelle nostre città: il racconto delle antiche civiltà dell'acqua nei nostri territori è quello di culture frettolosamente accantonate dalle ampie disponibilità rese possibili dall'Ingegneria Idraulica e dalle nuove tecnologie ma che probabilmente costituiscono punti di riferimento chiave per la direzione degli sviluppi futuri del rapporto tra acqua e uomo.





Fig. 1. Esfahan (Iran), piazza Imam con la grande piscina centrale.

## **2. Dove, quando, quanta, quale acqua?**

Il tema *acqua* si può declinare intorno ad alcuni interrogativi: dove, quando, quanta, quale acqua?

*Dove* in riferimento alla sua *naturale disponibilità* che non ricalca la mappa aggiornata delle necessità e dei consumi; la distribuzione degli insediamenti umani tuttavia mostra e insegna come l'uomo si sia adattato anche a condizioni di scarsità, tramandando peraltro una cultura di



rispetto e di risparmio praticamente ignorata, ma mai dimenticata, dal momento che è impossibile cancellarla.

*Quando* in riferimento alla sua variabilità, stagionale o di cicli climatici, lunghi o corti. Il riscaldamento post-glaciale, iniziò 18.000 anni fa, come testimoniato dalle curve di risalita del livello mare, rallentò fortunatamente 6.000 anni fa ai trend attuali; nel 1800 uscivamo dalla piccola età glaciale, durata più di due secoli; oggi dopo un paio di decenni di irregolarità climatica su un trend di variazione ormai millenario, invochiamo, forse prematuramente, un cambio climatico di secondo ordine, che comunque sta mettendo a dura prova l'idrologia.

*Quanta* è di conseguenza un concetto relativo: certamente tanta acqua per chi, ad esempio, vive nelle regioni del Nord Europa; poca per le regioni mediterranee. Il *dove* e il *quando* impongono azioni quali l'accumulo e il trasporto, azioni impattanti, sia per i luoghi in cui si accumula l'acqua e sia per i luoghi in cui è portata, che generano importanti conflitti ambientali con ricadute economiche per nulla marginali. Si vedano ad esempio i disastri ambientali provocati dalle dighe di sbarramento sul sistema costiero.

*Quale acqua?* La migliore possibile, in riferimento non solo a quella che riceviamo, ma anche a quella che rilasciamo e restituiamo all'ambiente che ci circonda, per noi e per le prossime generazioni.

### **3. La cultura dell'acqua: tecnologie estreme**

Di acqua, in natura, ce n'è tanta ed in tanti aspetti: liquida, la più comune, nelle grandi distese dei mari o degli oceani ma salata; dolce nei laghi e nei fiumi ma più vulnerabile; solida, nei ghiacci polari e nei ghiacciai. Una quantità significativa di acqua è contenuta nell'aria ed entra ed esce in forma di vapore negli organismi viventi animali e vegetali. Il continuo flusso di vapore dalle superfici evaporanti e la successiva condensazione permettono all'acqua di arrivare nelle zone interne dei continenti con cicli stagionali un tempo consolidati. Anche l'acqua contenuta nell'atmosfera è stata in più modi catturata ed usata dall'uomo. Le condense sulle superfici degli ampi saloni di Castel del Monte (fig. 2) venivano accuratamente raccolte e veicolate in un serbatoio sotterraneo. Una tale non comune attenzione per l'acqua proviene certamente dalle culture medio orientali, ampiamente e pragmaticamente reclutate da Federico II.

L'uomo antico cercava nell'acqua non solo l'elemento essenziale per la vita, ma talvolta anche di difesa. Ecco quindi le sue collocazioni al bordo dei fiumi o sulle sponde incassate nella roccia (fig. 3). Mesopotamia, Metapontum e tanti altri toponimi che significano sostanzialmente "tra le acque" non possono che essere i luoghi delle prime civiltà organizzate (molti di questi in seguito avrebbero avuto problemi per essere troppo vicini anche



ad un'altra risorsa, il petrolio); se l'acqua non era presente in superficie, l'uomo non tardò a cercarla e a scoprirla nel sottosuolo, creando per la sua captazione pozzi, pozzi multipli collegati alla base (ingruttate) ed infine gallerie scavate da pozzi regolarmente spaziate e con sbocco (Sconfidenza, 1996; Todaro, 2014; Argentiero *et al.*, 2017).



Fig. 2. Castel del Monte (Bat). Canalizzazione di raccolta e convogliamento in cisterna sotterranea delle acque di condensa sulle pareti del salone centrale.



Fig. 3. Matera. Insediamenti rupestri in prossimità del fondo della Gravina.



Intercettare le acque sotterranee nel non saturo è pratica ben nota che risale al 3000 a.C. e diffusa dalla Persia al Marocco, paesi caratterizzati da clima arido o semi-arido. La tecnica aveva nomi diversi nei vari paesi in cui era usata (qanat in Persia, khettara in Marocco e Tunisia, foggara in Algeria) e conosciuta con altri nomi altrove (Ward, 1968; De Angelis e Finocchi, 2006; Laureano, 2012). Attraverso l'applicazione di queste conoscenze ogni molecola di acqua viene sfruttata, senza perderne una. Persiani, Arabi e Saraceni esportarono questa cultura in tutta l'area del Mediterraneo, in particolare dal VI secolo d.C., anche se i Romani avevano precedentemente conosciuto queste tecniche nei territori orientali dell'impero e ne avevano curato anch'essi la diffusione.

Nelle sole aree urbane dell'Iran si stimano oltre 10.000 km di qanat e oltre 300.000 pozzi per il loro scavo (Abbasnejad, 2016). Malgrado l'età, molti di essi sono ancora perfettamente funzionanti.

L'aspetto interessante dei qanat (fig. 6a) è la capacità di acquisire la risorsa idrica in vari modi: entrando moderatamente al di sotto della superficie freatica a pelo libero, ma anche intercettando il normale flusso vadoso verticale. Le dimensioni assunte da tali opere nelle varie parti del mondo chiariscono che nei confronti dell'obiettivo acqua gli antichi non si ponevano limitazioni di mezzi e di risorse. Se un chilometro di galleria non tirava abbastanza acqua, si allungava o si scavava un nuovo ramo di cunicolo, adattandolo caso mai a quote più convenienti. La forza lavoro, evidentemente a disponibilità pressoché illimitata, era l'uomo, con l'aiuto, per il sollevamento dei materiali, di qualche animale. In particolari contesti climatici, questi dispositivi riescono a recuperare acqua anche dalla condensa dell'atmosfera, sfruttando il naturale moto convettivo che si genera nella galleria e nei pozzi per differenza termica e i rilevanti salti termici giornalieri, con drastici abbassamenti notturni (fig. 6b).

Sempre in Iran, il raffreddamento notturno in alcune regioni ed in determinati periodi era tale da consentire la produzione di ghiaccio, che avveniva in piccoli specchi d'acqua; il ghiaccio era poi conservato per la stagione calda in locali (Seyed, 2018) alternato a strati isolanti di paglia.

I ben più diffusi pozzi hanno goduto di forme primordiali di sollevamento meccanico, a trazione animale. Tipiche sono le norie ma sono noti sollevamenti anche di svariate decine di metri (vedi i raffinati giardini con fontane e vasche d'acqua della fortezza Alcazaba in Almeria, alimentati da una presa sotterranea nell'alveo del sottostante fiume).



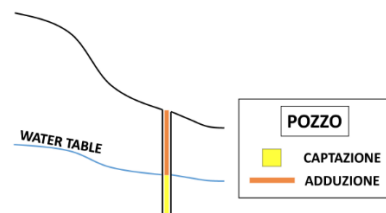


Fig. 4. Tipologie di captazione delle acque sotterranee: pozzi.

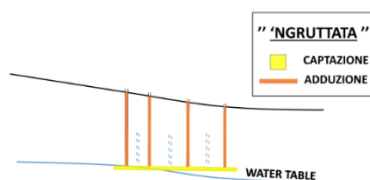


Fig. 5. Tipologie di captazione delle acque sotterranee: ngruttata (pozzi multipli collegati).

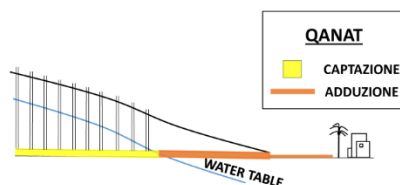


Fig. 6a. Tipologie di captazione delle acque sotterranee: qanat, schema geometrico.

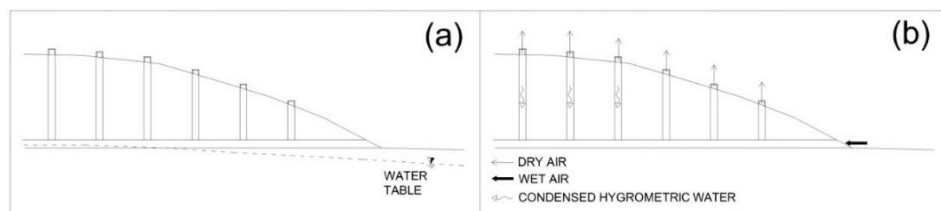


Fig. 6b. Tipologie di captazione delle acque sotterranee: qanat, schemi funzionali.



Le acque di superficie e le acque sotterranee, pozzi e qanat, conferiscono la disponibilità della risorsa sostanzialmente a livello locale. Lontano dalle acque di superficie e da quelle sotterranee, era necessario raccogliere le acque di pioggia; e se la disponibilità era solo stagionale, come in tante aree del Mediterraneo, era d'obbligo raccoglierle e immagazzinarle per un uso parsimonioso per l'intero anno. Gli esempi di tali sistemi, a diversi livelli di gerarchizzazione in relazione all'organizzazione sociale, sono tanti e vedremo nel dettaglio quelli di Matera. Infine l'uomo si scoprì idrogeologo e vide che quando terreni a grana grossa vanno a stratificarsi su substrati impermeabili quali le argille, i primi potevano assorbire le piogge, accoglierle e farle defluire lentamente sui bordi, verso punti sorgentizi. Il problema era che non sempre tali punti corrispondevano alla localizzazione di insediamenti umani, che avevano logiche di posizionamento diverse, difensive o baricentriche rispetto ai centri di produzione. Sviluppo urbanistico e disponibilità idrica quindi interagiscono in modi anche molto diversi.

Se le coperture permeabili sono abordabili con le tecnologie povere (pozzi di poche decine di metri), i centri urbani nascono in vicinanza di questi acquiferi e possono espandersi nel tempo anche sopra tali acquiferi. È questo il caso di intere grandi città e paesi come Taranto, Gioia del Colle, Acquaviva delle Fonti, Rutigliano, Corato. Tale situazione si presenta sulla Murgia barese e tarantina, dove stazionamenti del livello mare (Canora *et al.*, 2012; Fig. 7) hanno permesso il deposito di larghe chiazze di argille, utili a sostenere modeste (ma non per le necessità di allora) falde superficiali, facilmente sfruttabili.

È facile tuttavia comprendere che un abitato sopra un acquifero determina una condizione di massima vulnerabilità; la fortunata circostanza di vicinanza alla risorsa idrica si trasforma nel tempo in situazioni grottesche: acqua sì, ma non utilizzabile.

Una seconda possibilità era quella di andare a cercare l'acqua sempre al contatto tra sabbie e argille, ma fuori del recinto abitato. Questa operazione con una collocazione temporale a partire dal 900-1000 d.C., di probabile cultura importata da arabi o svevi, si realizzava in tanti luoghi sul bordo ovest della Murgia, ove i lembi estremi della deposizione pleistocenica della fossa bradanica (Casnedi, 1988) ci hanno regalato ampi terrazzamenti di sabbie su argille. Il completamento di questa seconda opzione necessitava del trasporto e accumulo della risorsa idrica. Sappiamo dalle vestigia tramandate che tali aspetti non costituivano un problema.



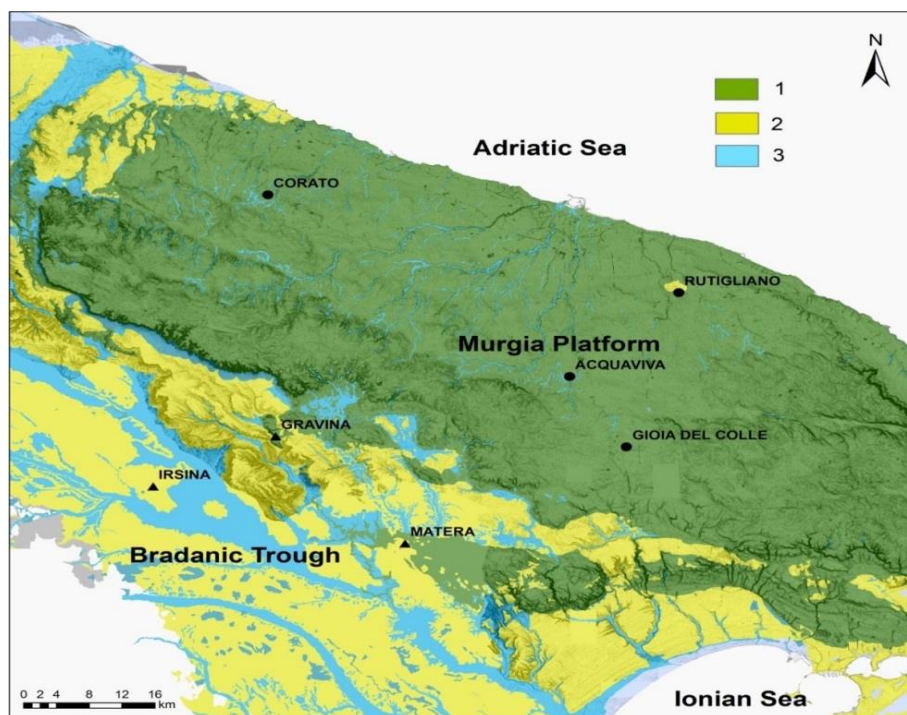


Fig. 7. Planimetria geologica semplificata della Murgia e del bordo della fossa Bradanica.

#### 4. Il vero costo dell'acqua

La storia raccontata, degli antichi rapporti tra uomo e acqua, era calibrata sui consumi reali e le necessità di quei tempi. Pochi litri erano sufficienti ogni giorno e non era stata ancora inventata la lacuzzi. Oggi si parla di dotazioni idriche e di standard per cui ti qualificano come primordiale (giustamente) se la tua dotazione idrica scende sotto i 100 litri/abitante/giorno; quella delle nostre parti è circa il doppio. Abbiamo sbarrato fiumi, siamo andati a prendere l'acqua a centinaia di metri di profondità con costi ambientali paurosi, restituendo all'ambiente quantità altrettanto paurose di acqua di pessima qualità, quando non adeguatamente trattata. Segue un breve elenco di variazioni ambientali causate da tali comportamenti aggressivi (con costi a carico di società ben lontane dalla società che usufruisce del bene):

- *cambiamenti d'uso e del clima del territorio in corrispondenza degli invasi;*
- *paesaggio fluviale stravolto dalle adduzioni (fig. 8);*



- *variazioni del trasporto solido dei fiumi, aumento del potere erosivo, riduzione del trasporto alla foce; erosione generalizzata della linea di costa (Spilotro, 2019);*
- *transizione da agricoltura parsimoniosa ad agricoltura assetata (nella piana costiera di Metaponto irrigata il massimo livello della falda è stato misurato ad agosto);*
- *rilascio in destinazioni inappropriate di reflui a livello variabile di trattamento depurativo; dispersione nell'ambiente, per lo più marino, di acque reflue.*

Si aggiunga il costo del sollevamento e delle perdite dalle adduzioni, anche se esse costituiscono un insperato rimpinguamento delle acque sotterranee. Il costo di tutto ciò è quantificabile facilmente, ma non è pubblicizzato all'utente finale, più preoccupato del cambio climatico, che non di un uso già oggi ambientalmente insostenibile della risorsa idrica.



Fig. 8. Fondovalle del fiume Sinni con l'acquedotto omonimo.

## **5. There were giants (anche in Puglia e Basilicata)**

### **5.1 Matera e l'acqua**

Le opere di approvvigionamento della risorsa idrica nell'area di Matera sono sufficientemente conservate e documentano l'intero percorso dell'insediamento umano, dall'età del ferro ad oggi, con lo spostamento della colonizzazione dalla Murgia, più difendibile, ma meno dotata di risorsa idrica, alle sponde della gravina, per finire sulla sponda occidentale, ove



dopo il mille d.C., variate le esigenze difensive, qualcuno verificò la possibilità di una risorsa naturalmente più disponibile nel tempo. L'approvvigionamento idrico a Matera, città che ingloba i caratteri di due mondi geologici e idrogeologici che si fronteggiano e compenetrano, la Murgia e la Fossa Bradanica, è quindi diversificato (Manfreda *et al.*, 2016). Gli insediamenti più antichi nelle grotte carsiche attingevano direttamente al fondo della gravina (fig. 3); il successivo insediamento rupestre si organizzò con sistemi di captazione e immagazzinamento accoppiati delle acque di pioggia; questo sistema è stato tramandato dagli insediamenti rupestri fino all'epoca moderna e trova la sua più efficace realizzazione nel cosiddetto "vicinato a pozzo" (fig. 9), ottimizzazione antropo-spaziale tra superficie di captazione, immagazzinamento e consumi.

Il sistema abitativo a terrazzamenti stratificati assicurava una buona regimazione delle acque superficiali che, grazie ai sistemi di canalizzazione e alle cisterne, permetteva di proteggere le abitazioni e gli occupanti dagli improvvisi fenomeni di dilavamento superficiale e, contestualmente garantiva l'accumulo di risorsa idrica preziosa per la sussistenza degli uomini e degli animali.

Accanto alla Civita sorsero, successivamente, il Sasso Barisano e il Sasso Caveoso, che si svilupparono attorno alle due profonde incisioni torrentizie dette Grabiglioni, adottando strutture abitative sempre costituite da terrazzamenti sovrapposti.

I fabbisogni idrici erano soddisfatti principalmente attraverso un sistema distribuito costituito dalle cisterne singole, oppure di vicinato e non esisteva alcun tipo di sistema fognario, in quanto le acque nere venivano sversate direttamente nei Grabiglioni che fungevano da collettori a cielo aperto.

A seguito dell'estensione urbanistica dopo il 1500 e nella seconda metà del 1800, furono realizzate ampie e centrali cisterne di accumulo (es.: il Palombaro grande, Fig. 10), alimentate tramite condotte drenanti nei sistemi idrogeologici definiti dalla sovrapposizione stratigrafica di sabbie su argille al bordo Sud della città, nel tratto tra il Castello Tramontana e l'attuale piazza Vittorio Veneto. Di tali sistemi sono rimasti la fontana Ferdinanda e, parzialmente attivi, i serbatoi e gli acquedotti, mentre le captazioni risultano parzialmente funzionanti, ma non esiste una loro esatta collocazione.

Il contesto materano, nel tempo, è stato sede di notevoli trasformazioni con cospicui aumenti della popolazione e un incisivo sviluppo urbanistico che hanno determinato conseguenti aumenti del consumo di risorse (suolo, acqua). Il sistema abitativo originario, nel suo ordine preesistente, assicurava una buona regimazione delle acque superficiali con l'accumulo di risorsa idrica preziosa per la sussistenza di uomini ed animali, ma non garantiva alcun tipo di gestione degli scarichi fognari e delle acque nere,



che venivano sversate direttamente nei Grabiglioni determinando enormi problemi sanitari. Oggi, invece, pur essendo presenti moderne infrastrutture idriche e fognarie, l'equilibrio acqua-suolo-urbanizzazioni è profondamente alterato e si registrano frequenti fenomeni di alluvionamento sia nei Sassi che nelle altre aree urbane ove, peraltro, non è più possibile contare sul drenaggio ed allontanamento delle acque di deflusso superficiale dei Grabiglioni in quanto gli stessi sono stati completamente tombati al di sotto delle strade di accesso ai Sassi.

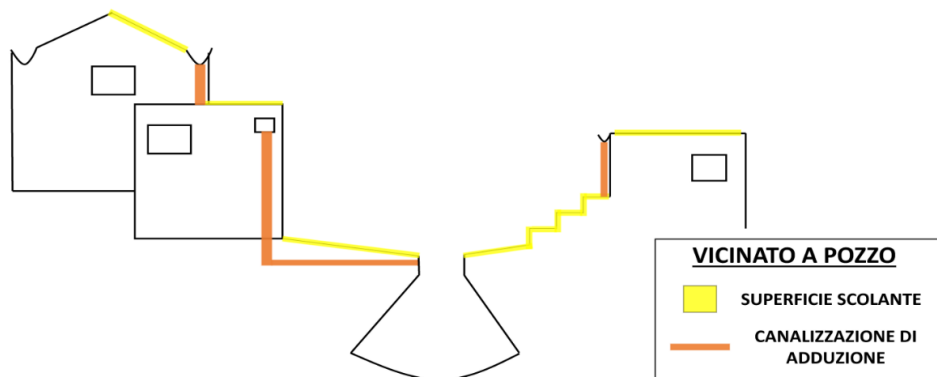


Fig. 9. Matera: schema tipico di captazione e immagazzinamento in un “vicinato a pozzo”.



Fig. 10. Matera: cisterna Palombaro grande sotto piazza Vittorio Veneto.



## 5.2 Gli acquedotti di Gravina in Puglia

Anche a Gravina in Puglia, come a Matera, la colonizzazione umana è preistorica, distribuita tra i fianchi della gravina e le sponde della collina di Botromagno, con i tipici sistemi idrici di tali insediamenti.

I tre acquedotti e le relative captazioni che hanno alimentato Gravina in Puglia nell'età moderna rientrano nella seconda classificazione tipologica fatta precedentemente, cioè captazioni nei contatti idrogeologici tra sabbie acquifere su base impermeabile argillosa e canalizzazioni convergenti verso ampi serbatoi di accumulo, per l'uso pubblico. I tre acquedotti hanno captazioni in punti a NW, NE e SE rispetto all'abitato antico.

Pozzo Pateo e Acquedotto della Signora rappresentavano importanti fonti di approvvigionamento cittadino sino alla venuta de "l'acqua del Sele", che ha segnato l'inizio della loro non conservazione e parziale distruzione. Ad oggi, le recenti scoperte di cisterne pubbliche e di tratti inesplorati di questi acquedotti al di sotto del centro storico confermano la stratificazione storica della loro costruzione e sono l'emblema della incompleta conoscenza dell'antico sistema idrico cittadino.

Il terzo acquedotto, il Sant'Angelo, realizzato a partire dal 1743, risulta sostanzialmente integro e funzionante (Bruno *et al.*, 2008). Ciò è dovuto all'ubicazione delle opere di captazione e di adduzione, le quali ricadono in aree che non sono state interessate dallo sviluppo urbanistico cittadino. Esso capta l'acqua alle pendici del colle Botromagno situato sul bordo orientale del torrente Gravina e, dopo un percorso di circa 3.5 Km in cui la risorsa idrica scorre a pelo libero, l'acqua valica il torrente Gravina mediante una canaletta in pressione inserita all'interno di un ponte lungo 120 m, tra due vasche ubicate alle estremità del ponte (Bixio *et al.*, 1996-1998, 1999) (fig. 11). In tal modo l'acqua arriva al bordo dell'abitato.

L'opera riassume le tecniche di captazione e trasporto sin ad allora note e costituisce un raro validissimo esempio di ponte canale in muratura funzionante a sifone.





Fig. 11. Gravina in Puglia. Ponte canale che attraversa la gravina e porta l'acqua al bordo del centro abitato.

### **5.3 Il piccolo Qanat di Irsina (Mt)**

L'opera di captazione di Irsina si differenzia dalle precedenti per un lungo cunicolo sotterraneo, punteggiato ad intervalli regolari da pozzi di areazione, che drena la falda idrica sostenuta dalle argille ed esce a giorno. L'opera si configura quindi come un vero e tipico qanat. In quanto tale, ed in assenza di notizie storiche certe, il periodo di costruzione si potrebbe ricollocare nell'ampia fascia in cui le culture medio orientali dell'acqua furono introdotte direttamente dagli arabi (X secolo d.C.) o dalle culture multietniche importate da Federico II di Svevia e a seguire. L'opera è ben conservata e perfettamente funzionante (Figg. 12 e 13).





Fig. 12. Galleria drenante del qanat di Irsina.



Fig.13. Fontana pubblica alimentata dal qanat di Irsina.



## 5.4 La captazione e l'acquedotto del Triglio

L'acquedotto del Triglio (Argentiero *et al.*, 2016; De Vitis, 1992; Fidelibus *et al.*, 2018) è costituito da un apparato di captazione interamente sotterraneo per uno sviluppo di gallerie drenanti di 4,5 Km e da una adduzione di circa 12 Km, parzialmente interrata e parzialmente in superficie (fig. 14).

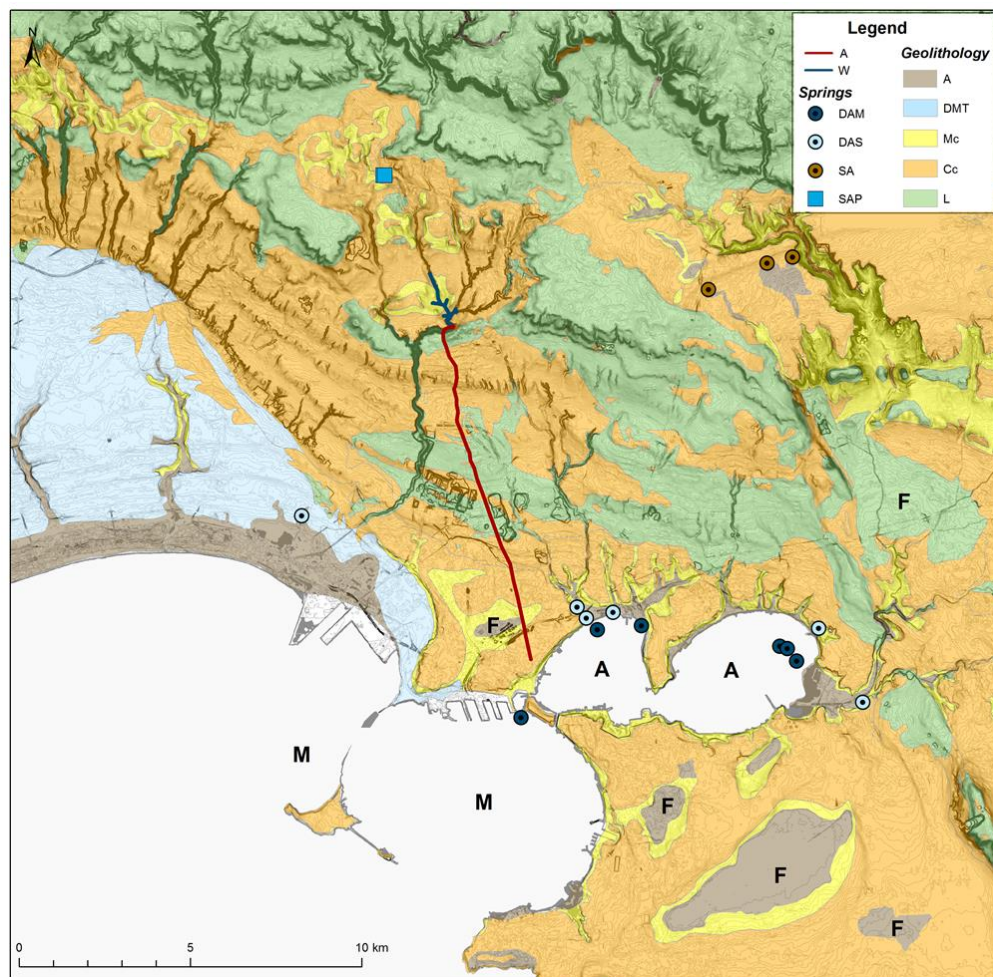


Fig. 14. Planimetria geologica della captazione e dell'adduzione dell'acquedotto del Triglio.

Le gallerie di drenaggio, scavate attraverso pozzi intervallati circa 25 m e di profondità variabile da 8 a 35 m dalla superficie si sviluppano ai bordi della omonima gravina e delle sue ramificazioni, in territorio di Crispiano e di Statte (Ta).





Fig. 15. Pozzelle (testate dei pozzi di scavo e aerazione) di un tratto del tunnel di captazione del Triglio.

L'opera è stata rivelata dalle esplorazioni condotte in più fasi dagli speleologi, principalmente quelli del gruppo Speleo Statte (Conte, 2005; Conte e Ficocelli, 2006). Molte delle ramificazioni della galleria sono ben conservate, anche se non tutti i rami sono ispezionabili a causa di alcuni crolli locali o vari tipi di ostruzioni. Pozzi e tunnel hanno dimensioni che consentono a malapena il passaggio umano e sono generalmente scavati nelle calcareniti, rocce abbastanza tenere per lo scavo a mano e abbastanza resistenti da consentire la stabilità dello scavo anche senza rivestimento di supporto. Tracciato, quota e sezione interna delle gallerie sono variabili (Conte 2005; Delle Rose *et al.*, 2006), evidenziando in tal modo fasi di costruzione in tempi diversi, guidate dalle esperienze e dalle rese idriche acquisite. Il drenaggio in alcuni casi è stato migliorato attraverso perforazioni orizzontali e la parte inferiore della sezione è intonacata per ovvie necessità di impermeabilizzazione.

Il tracciato delle gallerie di captazione è sostanzialmente parallelo ai rami della gravina; il tunnel passa per tratti lunghi anche sotto la piana alluvionale e prosegue sui bordi delle incisioni della gravina. In tal modo si realizzano almeno tre diversi meccanismi di drenaggio, che permettevano al sistema un funzionamento continuo indipendentemente dalle stagioni e dalle variazioni climatiche intercorse. In particolare:



- a - i rami che si sviluppano nella massa rocciosa sotto il fondo alluvionale delle gravine (fig. 16a) intercettano la percolazione diretta dal fondo alluvionale saturo verso la falda profonda sottostante;
- b - i rami più lontani con tunnel orizzontali e pozzi verticali drenano le piccole falde acquifere al contatto tra sabbie o calcareniti e argille sul bordo interno dei terrazzi marini (fig. 16b);
- c - nelle parti restanti viene intercettato il flusso vadoso all'interno della massa di calcarenite (fig. 16c).

Sulla base della dimensione trasversale del canale di adduzione che è visibile negli archi nella palude di San Brunone (fig. 17 a e b), si stima che l'opera fosse in grado di fornire in quella sezione una portata dell'ordine di 25 l/s.

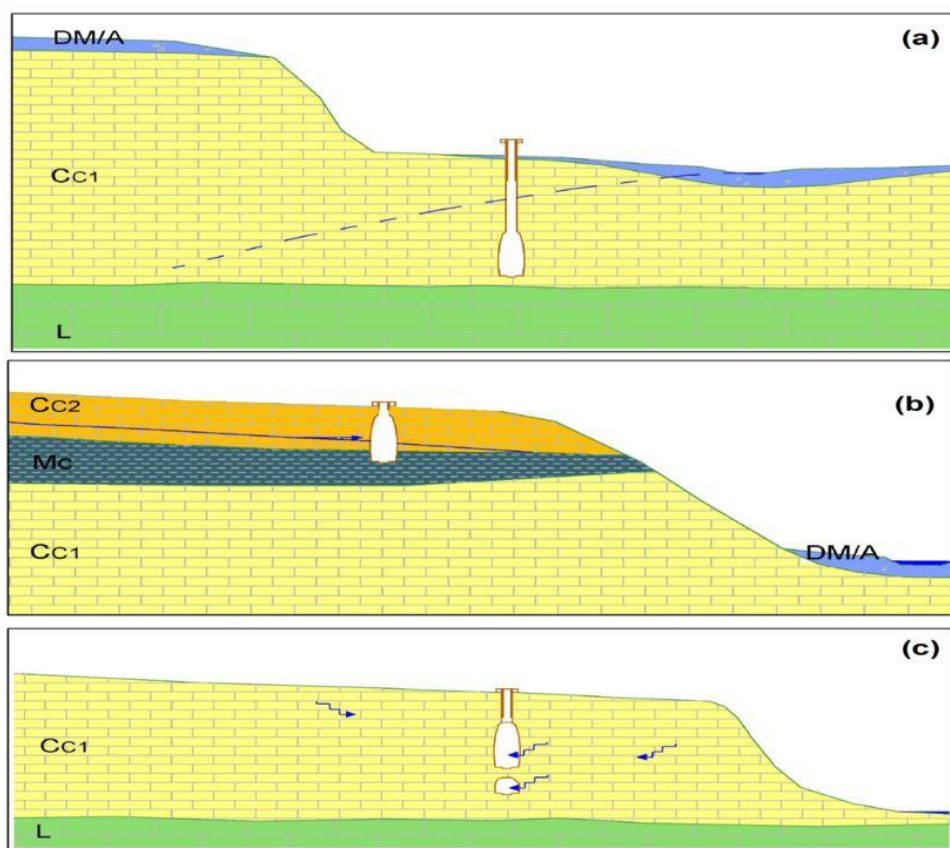


Fig. 16. Schemi di funzionamento della captazione: a) cattura del flusso vadoso generato dall'alluvionale sul fondo della gravina; b) cattura di falde superficiali sostenute dalle argille; c) cattura del flusso vadoso carsico.





Fig. 17. Acquedotto del Triglio. Gli archi del tratto di attraversamento della depressione di San Brunone (a) e sezione trasversale (b).

Circa l'origine dell'opera, è certo che l'acquedotto arrivi a Taranto nel 1543, con la contestuale costruzione della fontana in Piazza Grande da parte di Carlo V. Pertanto, l'esistenza dell'acquedotto nella sua attuale configurazione è chiaramente delimitata tra il 1334 e il 1543. Nessuna fonte storica certifica l'esistenza delle opere idrauliche nel periodo precedente al 900 d.C.; la costruzione dell'ampia captazione interrata potrebbe essere attribuita ad arabi, o in subordine a normanni o svevi; tenendo conto che il dominio arabo nell'area di Taranto è durato per circa 80 anni distribuiti in diversi periodi dall'840 d.C., potrebbe risalire a circa il 900 d.C.. L'opera avrebbe alimentato all'origine un piccolo insediamento locale a un'altitudine di circa 100-130 m sul livello del mare. L'acqua potabile utilizzata a Taranto in passato proveniva dalla falda acquifera situata sotto la città: le acque sotterranee erano quindi particolarmente vulnerabili all'inquinamento e ovviamente divennero malsane in pochi secoli. Inoltre, la costruzione del castello e del suo fossato (il futuro canale navigabile) nel tardo Medioevo ebbero un effetto devastante su questa falda acquifera, provocando un drenaggio forzato. Pertanto, è ragionevole pensare che Taranto avesse bisogno di acqua potabile alla fine del Medioevo. La continuità storica si riattiva da questo momento. È utile sapere che l'acquedotto fu restaurato nel 1870 dal Comune di Taranto (Comune di Taranto 1873) e successivamente gestito fino al 1920 dall'Acquedotto



Pugliese; a quella data arriva a Taranto l'acqua del Sele e purtroppo comincia la decadenza della grande opera, priva di manutenzione e qua e là distrutta. L'Acquedotto del Triglio è un'opera che deve essere rimessa in funzione: è tuttora l'opera di captazione con l'espressione della più evoluta tecnologia di acquisizione, da conservare, studiare e divulgare per future riproposizioni.

### **Conclusioni**

Quanto è stato presentato nelle pagine precedenti è sostanzialmente quello che l'uomo ha fatto nei riguardi dell'acqua, bene essenziale, dall'alba della sua comparsa sulla terra fino a ieri. Le tracce di antiche culture dell'acqua sono costituite da opere ancora oggi parzialmente o interamente esistenti, testimonianze concrete che manifestano aspetti di epoche passate delle nostre città, e che sono, in molti casi, ancora ben funzionanti. Tali opere sarebbero tutte funzionanti se avessimo continuato a rispettare l'acqua nell'epoca delle nuove risorse e delle nuove adduzioni. L'Acquedotto del Sele, quello dell'Agri, quello del Fortore, quello del Sinni, e tanti altri, sono opere certamente meritorie ed importanti che hanno portato in Puglia disponibilità idriche di molti mc/s e le nostre dotazioni a circa 200 l per abitante/giorno; opere che hanno portato sicuramente benessere, salute e prosperità. Ma con un costo complessivo sconosciuto ai più e soprattutto con l'oblio generazionale dell'antica cultura dell'acqua, una cultura mai obsoleta. La città del futuro nei suoi canoni di crescita o di sviluppo deve riappropriarsi di tale cultura e deve valutare più correttamente quale e quanta acqua deve entrare e la capacità che potrà avere di trattare quella in uscita, finalizzandola a una sistematica riutilizzazione.

### **BIBLIOGRAFIA e SITOGRAFIA**

Abbasnejad A., Abbasnejad B., Derakhshani R., Sarapardeh A. (2016). Qanat hazard in Iranian urban areas: explanations and remedies. *Environmental Earth Sciences*, 75: 1306.

Argentiero I., Canora F., Ermini R., Fidelibus M., Pellicani R., Qeraxhiu L., Spilotro G. (2016). Back to the future: new insights about the catchment of the ancient Triglio Aqueduct. In: *XXXV Convegno Nazionale idraulica e costruzioni idrauliche, Bologna (It) settembre 2016*, pp. 951-954.

Argentiero I., Fidelibus M., Parisi A., Parisi M., Pellicani R., Spilotro G. (2017). L'acqua, le tecniche di captazione e gli insediamenti umani sul bordo occidentale dell'altopiano murgiano (Sud Italia). In: *Tecnica di idraulica antica. Atti Convegno SIGEA, Roma, 18 novembre 2016*, p. 41-47.



Bixio R., Castellani V., Savino G. (1999). Matera e Gravina, indagini speleologiche sulle strutture sotterranee artificiali delle Murge. *Opera ipogea*, 1(1): 5-16. Già parzialmente pubblicato: ID (1997). Indagine speleologica orientativa nelle Murge sulla rete di strutture sotterranee artificiali. *Cocis*, 6(24-25): 15-19.

Bixio R., Maifredi P. (1996-98) L'acquedotto sotterraneo di Gravina in Puglia. Il parco della pietra e dell'acqua. Comune di Gravina in Puglia; Consorzio Sidinon, Gravina in Puglia, 215-254.

Bruno G., Magni S., Parisi M. (2008). Considerazioni geo-archeologiche preliminari sugli acquedotti settecenteschi di Gravina in Puglia (Bari). In: Atti VI Convegno nazionale speleologia in cavità artificiali, Napoli, giugno 2008. *Opera ipogea*, 1-2: 21.

Canora F., Fidelibus M., Spilotro G. (2012) Coastal and inland karst morphologies driven by sea level stando: a GIS based method for their evaluation. *Earth Surface Processes and Landforms*, 37: 1376-1386. DOI 10.1002/ESP 3246.

Casnedi R. (1988). La fossa bradanica: Origine, sedimentazione e migrazione. *Memorie della Società Geologica Italiana*, 41: 439-448.

Comune di Taranto (1873). Lavori di restauro dell'acquedotto del Triglio, 27 dicembre 1873. Archivio Storico del Comune di Taranto - Taranto - Cat. X, busta 109, fasc. 158. T.S.: / - M.T.: / - R.: 18.

Conte A. (2005). *L'acquedotto romano del Triglio da Statte a Taranto. Antica via dell'acqua in Puglia*. Martina Franca: Edizioni Pugliesi.

Conte A., Ficocelli S. (2006). L'acquedotto romano del Triglio da Statte a Taranto. Atti 1° Convegno di Speleologia in cavità artificiali, Castellana Grotte (Ba, Italy), 2006. *Grotte e dintorni*, 6 (12).

Dawson T.E. (1998). Fog in the California redwood forest: ecosystem inputs and use by plants. *Oecologia*, 117: 476-485.

De Angelis S., Finocchi S. (2006). Il sistema delle foggaras in Algeria tra epoca antica e moderna. *Geologia dell'Ambiente*, 4: 165-179.

Delle Rose M, Giuri F, Guastalla P, Parise M, Sammarco M. (2006). Aspetti archeologici e condizioni geologiche-morfologiche degli antichi acquedotti pugliesi. L'esempio dell'acquedotto del Triglio nell'area Tarantina. *Opera Ipogea*, 1-2: 36-50.

De Vitis S. (1992). Taranto, acquedotto del Triglio. *Taras*, 12(2): 310-311.

Domen J.K., Stringfellow W.T., Camarillo M.K., Gulati S. (2013). Fog water as an alternative and sustainable water resource. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 16: 235-249.



Fidelibus M.D., Pellicani R., Argentiero I., Spilotro G. (2018). The geoheritage of the water intake of Triglio ancient aqueduct (Apulia Region, Southern Italy): a lesson of advanced technology insensitive to climate changes from an ancient geosite. *Geoheritage*, 10(2): 327-339. DOI 10.1007/s12371-017-0238-z

Laureano P. (2012). Water catchment tunnels: qanat, foggara, falaj. An ecosystem vision. In: *IWA Specialized Conference on Water and wastewater technologies in ancient civilizations, Istanbul-Turkey, 22 march 2012*.

Manfreda S., Mita L., Dal Sasso S., Dibernardi F., Ermini R., Mininni M., Bixio A., Conte A., Fiorentino M. (2016). La gestione delle risorse idriche nella città dei Sassi (Matera). *L'acqua*, 3: 29-46.

Sconfidenza R. (1996). Sistemi idraulici in Magna Grecia, classificazione preliminare e proposte interpretative. *Bollettino Storico della Basilicata*, 12: 25-66.

Seyed Mohammad R. (2018). *Millennial mastery over earth, water and wind in Iran*. Razbar Ed. ISBN: 978-600-97900-05

Spilotro G., Argentiero I., Fidelibus M.D., Motta Zanin G., Parisi A., Pellicani R. (2019). Basilicata Ionian Coast: human and natural drivers of coastal dynamics. In: *XIX Giornata Mondiale dell'Acqua. Gestione e difesa delle coste, Roma, 21 marzo 2019*. Roma: Accademia Nazionale dei Lincei.

Todaro P. (2014). Sistemi d'acqua tradizionali siciliani: qanat, ingruttati e pozzi allaccianti nella Piana di Palermo. *Geologia dell'Ambiente*, 4: 19-28.

Ward P (1968). The oigin and spread of Qanats in the old world. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 112(3): 170-181.



## RECUPERO E RIUSO DELLE ACQUE REFLUE URBANE: TEMA CENTRALE NELL'AGENDA DELLA REGIONE PUGLIA

Andrea Zotti, Michele Calderoni  
*Sezione Risorse Idriche Regione Puglia*

Il tema della depurazione delle acque ha assunto, soprattutto negli ultimi anni, una centralità singolare, con riferimento in particolare ai numerosi risvolti di carattere ambientale. Garantire una qualità dei reflui compatibile con le esigenze del territorio, in una regione come la Puglia, che si caratterizza sempre più per la spiccata vocazione turistica, è oggi al centro delle politiche e delle scelte dell'amministrazione regionale, impegnata in un cospicuo e articolato programma di investimenti, finalizzato a potenziare e migliorare reti e infrastrutture.

La Regione è da tempo attivamente impegnata nella programmazione ed attivazione di tutte le iniziative, sia regolamentari che infrastrutturali, finalizzate al miglioramento del Servizio idrico integrato per usi civili. L'obiettivo è giungere alla chiusura completa del ciclo depurativo delle acque in Puglia, in conformità al vigente Piano di tutela delle acque, il cui aggiornamento è stato adottato di recente dalla Giunta Regionale Pugliese con propria Deliberazione n. 1333 del 16/07/2019.

Il notevole impegno della Regione, in sinergia con AIP e AQP, ha consentito una drastica riduzione del numero delle infrazioni comunitarie sul sistema fognario-depurativo, passate da 33 a sole 3. Sono in corso di completamento, con interventi che termineranno entro il 2019, i lavori al depuratore di Porto Cesareo, come pure alla rete fognaria di Taviano. Mentre il nuovo depuratore di Casamassima è entrato in esercizio.

Dal 2012 ad oggi sono stati attivati 220 interventi di cui 116 volti al potenziamento e all'adeguamento dei depuratori civili gestiti da AQP SPA, con relativi recapiti finali, nonché 104 interventi finalizzati al potenziamento, completamento e risanamento delle reti idrico/fognanti, per un investimento totale di circa 792 milioni di euro. Più della metà di questi interventi sono ormai realizzati e conclusi; si stima di completare gli altri entro il 2023-2025. Grazie ad essi si punta a risolvere la maggior parte delle problematiche di malfunzionamento ancora registrate e soprattutto ad ottenere un incremento significativo della capacità di trattamento del sistema depurativo regionale.



La Regione Puglia ha programmato e finanziato cospicui investimenti per il riuso irriguo delle acque reflue affinate ai sensi del D.M. n. 185/2003 e del Regolamento Regionale n. 8/2012; si tratta di una buona pratica che consente:

- il contenimento dell'utilizzo di acqua potabile per usi civili, agricoli e industriali;

- la salvaguardia della falda con una riduzione dei prelievi dalle acque sotterranee e della loro salinizzazione;

- la riattivazione dei processi naturali di autodepurazione e di ricarica indiretta della falda;

- la riduzione dell'utilizzo di fertilizzanti chimici nella produzione agricola, poiché le acque affinate hanno una notevole carica di azoto e fosforo.

In questo modo gli agricoltori possono vedere abbattuti sia i costi per i fertilizzanti che quelli relativi all'uso dell'acqua. Infatti l'acqua affinata ai sensi del D.M. n. 185/2003 rilasciata dai depuratori civili gestiti da AQP SPA viene poi immessa nella rete di distribuzione irrigua gestita dagli agricoltori o dai relativi Consorzi di bonifica senza ulteriori costi, ovvero è ceduta da AQP SPA gratuitamente consentendo un risparmio economico che mediamente si aggira intorno ai 50 centesimi di euro a metro cubo, rispetto ai costi necessari all'emungimento da falda tramite pozzi. È inoltre evidente che il "non scarico" riduce l'impatto ambientale sul recapito finale, cioè lame, aree umide e mare, migliorando la qualità ambientale e delle acque.

Gli impianti di affinamento già attivi sono cinque (Fasano, Corsano, Gallipoli, Ostuni e Trinitapoli) e quelli di Acquaviva delle Fonti, Castellana Grotte e Noci sono di imminente attivazione. Un numero destinato a salire in quanto per interventi rivolti all'attivazione e all'esercizio dei sistemi di recupero e riutilizzo in agricoltura di acque reflue urbane depurate sono stati finanziati 31 progetti in favore di comuni, parchi e consorzi di bonifica, per un totale di 80,552 milioni di euro. Altri 15 milioni di euro sono stati destinati all'Acquedotto Pugliese per adeguare ulteriormente i depuratori, affinché restituiscano acque affinate conformi al D.M. n. 185/2003 per il loro riutilizzo. Il volume di acqua recuperabile a medio termine è pari a 18 milioni di mc/annui. Nell'ipotesi di funzionamento di tutti gli impianti esistenti in Puglia, una volta rifunzionalizzati, tale stima potrebbe superare anche i cento milioni di mc per anno.

La Regione Puglia è attualmente impegnata, tra l'altro, in una serie di attività di sperimentazione nel campo del sistema idrico integrato. In particolare con Determinazione Dirigenziale della Sezione Risorse Idriche della Regione Puglia, n. 127 del 14/06/2019 si è proceduto all'ammissione a finanziamento per l'importo complessivo di € 500.000,00, in conformità



all'art. 36 della L.R. n. 67 del 28/12/2018 (Ulteriori disposizioni in materia di potabilizzazione delle acque affinate - articolo 25 della legge regionale 15 febbraio 2016, n. 1), all'attività di sperimentazione già avviata con l'art. 26 della L.R. n.1/2016, congiuntamente con IRSA-CNR, Università di Bari, ASL, AQP ed AIP, riguardante la possibilità di ottenere acqua potabile dalle acque depurate, ampliando e potenziando il trattamento sui reflui urbani, nell'ambito del servizio idrico integrato, attraverso l'adeguamento tecnologico dell'impianto di affinamento di Fasano-Forcatella.

Inoltre, sono state avviate altre sperimentazioni, finanziate nell'ambito del POR PUGLIA 2014-2020, per un importo complessivo di 4.756.500,00 euro, riguardanti progetti per:

- il riuso delle acque reflue finalizzate alla produzione di foraggio fresco e culture idroponiche da destinare al comparto zootecnico;
- il telerilevamento da satellite per l'individuazione degli inquinanti a mare in prossimità degli scarichi;
- l'abbattimento totale dei cattivi odori sui depuratori;
- il riutilizzo dei fanghi da depurazione, sia in agricoltura che per la produzione di biometano e biodiesel.

Lo smaltimento dei fanghi derivati dalla depurazione è una questione ormai rilevante, poiché tanto più è elevata la capacità depurativa, tanto maggiore è la produzione di fanghi. L'AQP ha stimato che nel 2018 sono state prodotte 218.234 tonnellate di fanghi, di cui 148 mila riutilizzate. Coerentemente con la Direttiva 2008/98/CE e con la strategia regionale definita nel Piano Regionale per la gestione dei rifiuti urbani, si sta lavorando a un Piano per la gestione dei fanghi di depurazione che punta a ridurre lo smaltimento in discarica e a favorirne il recupero (in particolare il riuso agronomico), con un risparmio di 30 milioni di euro sul bilancio regionale per lo smaltimento. L'AQP, inoltre, ha in programma interventi di manutenzione straordinaria per l'installazione di 60 stazioni per la disidratazione meccanica dei fanghi, attraverso la quale si potrà ottenere una riduzione fino al 30% del fango da conferire al recapito finale, e la progettazione di 14 serre solari per l'essiccamento naturale del fango. Con il riutilizzo dei reflui affinati e dei fanghi derivati dalla depurazione, la Regione Puglia mantiene anche il suo impegno a promuovere l'economia circolare a tutela dell'ambiente e per la salvaguardia delle risorse naturali. Una strategia che, oltre a migliorare la qualità dell'ambiente, funziona anche da supporto ad attività turistiche ed agricole, pilastri dell'economia pugliese.



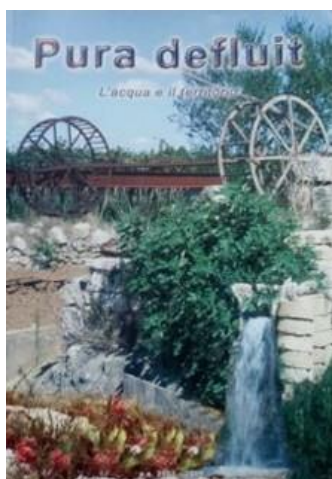
# BUONE PRATICHE DI WATER HARVESTING NEL COMUNE DI ACQUAVIVA DELLE FONTI

Marcello Mastrorilli

*Dirigente di Ricerca CREA, Centro di Ricerca Agricoltura e Ambiente*

## INTRODUZIONE

Il nome, il motto e lo stemma del Comune di Acquaviva delle Fonti fanno riferimento all'acqua, segnalando il particolare valore che questo elemento ha per la comunità. Il Comune è infatti localizzato su un'ampia falda acquifera sotterranea. Il motto dello stemma (foto 1) è "*Pura defluit*".



Dunque il riferimento è proprio all'assetto idrogeologico del territorio comunale che ha consentito nel corso dei secoli di sviluppare un particolare ingegno dei cittadini su come raccogliere l'acqua.

Il volume *Pura defluit. L'acqua e il territorio*, curato dalla Scuola Media "Lucarelli" (Cassano delle Murge, Grafiche Monfreda, 2008), racconta della sensibilità degli abitanti di Acquaviva verso l'idrologia e i metodi per raccogliere l'acqua.

Si tratta di un lavoro degno di menzione perché è il risultato di un lavoro di studenti del Comune sotto la guida di esperti.

Il corredo di foto e di tavole del volume è assai ricco.



Anche il giornale on-line “Bari-in-edita” ha recentemente illustrato la sapienza degli abitanti di Acquaviva per la raccolta dell’acqua. L’articolo è dotato di una preziosa galleria fotografica che recupera la memoria di quest’arte della conservazione dell’acqua assai spiccata tra i cittadini (<https://www.barinedita.it/reportage/n3549-acquaviva-e-il-suo-%22oro-blu%22--alla-scoperta-dei-preziosi-pozzi-nascosti-nel-centro-storico>).

Il legame tra Acquaviva delle Fonti e le risorse idriche continua con il progetto “Canapa Work in progress” del 2018. Il progetto ha creato un nesso tra gli attori che animano il territorio per operare scelte condivise di gestione delle risorse naturali nello spazio rurale. Emblematico è il caso dell’acqua che suscita la massima attenzione da parte dei cittadini intenzionati a sperimentare e condividere buone pratiche agricole che possano adattarsi ad un clima ormai alterato.

### **Il bilancio idrico**

Con “Canapa Work in progress” si è considerato il trend delle precipitazioni del Comune di Acquaviva delle Fonti analizzando la evoluzione nel tempo. Se il numero di eventi piovosi nell’anno tende a diminuire, l’intensità di pioggia aumenta (tropicalizzazione del clima). Da un punto di vista agronomico questo vuol dire che la pioggia è meno efficace per le colture. L’efficacia della pioggia si misura in termini di acqua immagazzinata nel profilo del suolo. L’acqua di pioggia che non si infiltra nel suolo “ruscella” in superficie, quella che supera la capacità di trattenuta del suolo “drena” negli strati più profondi del suolo. Nel bilancio idrico di un suolo coltivato, ruscellamento e drenaggio rappresentano delle perdite ma queste quantità di acqua si possono recuperare e accumulare nei laghetti o nei pozzi per poi essere utilizzate successivamente.

Oltre all’intensità di pioggia e alle caratteristiche del terreno, anche le pratiche agronomiche modulano il bilancio idrico dei suoli e quindi la ripartizione dell’acqua di drenaggio e ruscellamento. Le principali proprietà fisico-idrologiche del suolo che vengono modificate dalle agro-tecniche sono: spessore e alternanza di strati, struttura e porosità, conducibilità idraulica, scabrezza superficiale, distacco e trasporto delle particelle solide.

Il territorio di Acquaviva delle Fonti offre validissimi esempi di “water harvesting”, ovvero la raccolta di acqua di pioggia in serbatoi temporanei, come le cisterne interrate, tipiche delle zone carsiche del mediterraneo (Mastrorilli, 2017). Questo servizio ecologico delle aziende agrarie torna di attualità in considerazione delle anomalie climatiche e soprattutto del regime delle piogge (Mastrorilli e Zucaro, 2016).

Le piogge hanno sempre più carattere “tropicale” (Biradar, 2009). Se l’intensità di pioggia supera la capacità di infiltrazione del suolo, si verifica il ruscellamento superficiale. Si tratta di acqua che non si accumula nel



suolo e risulta “persa” per l’alimentazione idrica delle colture (Mastrorilli, 2015). Accumulata in serbatoi artificiali, l’acqua ruscellata dei terreni in pendenza contribuisce ad alleviare la siccità se ridistribuita alle colture sotto forma di acqua irrigua.

A seguito di piogge abbondanti il terreno tende a saturarsi. L’acqua che il suolo non trattiene drena negli strati più profondi. Anche in questo caso si tratta di acqua di pioggia “persa” per le colture, ma che si potrebbe accumulare nei serbatoi interrati e riutilizzare successivamente per soccorrere le colture durante i periodi di siccità.

### **Il bilancio idrico a scala aziendale**

Il contenuto di acqua del suolo è un parametro dinamico. Alla scala aziendale rappresenta il bilancio tra "offerta" (precipitazioni, irrigazione, ruscellamento superficiale, risalita capillare) e "domanda" (evapotraspirazione) dell'acqua (fig. 1). L’eccesso di acqua, rispetto alla capacità di trattenuta del suolo, si disperde nell’ambiente sotto forma di ruscellamento e percolazione.

La quantità di acqua che un terreno trattiene dipende dalla struttura del terreno, in particolare da spessore e tessitura. In agronomia il volume di acqua disponibile (ovvero quella che può essere utilizzata dalle piante) si determina in funzione di tre parametri fisici: la capacità di campo, il punto di appassimento, la profondità del suolo. In realtà l’acqua nel suolo è modulata dalla struttura del terreno, ovvero dall’arrangiamento spaziale delle particelle del suolo che costituiscono grumi o aggregati, in combinazione con differenti tipi di pori (micro, meso e macro-pori, secondo una scala gerarchica di aggregazione), a formare sistemi eterogenei e complessi. Micro-aggregati e macro-aggregati si formano per opera di cementi diversi a seconda del tipo di suolo. La profondità e la porosità del suolo sono soggette a variabilità sito-specifica, anche all’interno della stessa azienda.



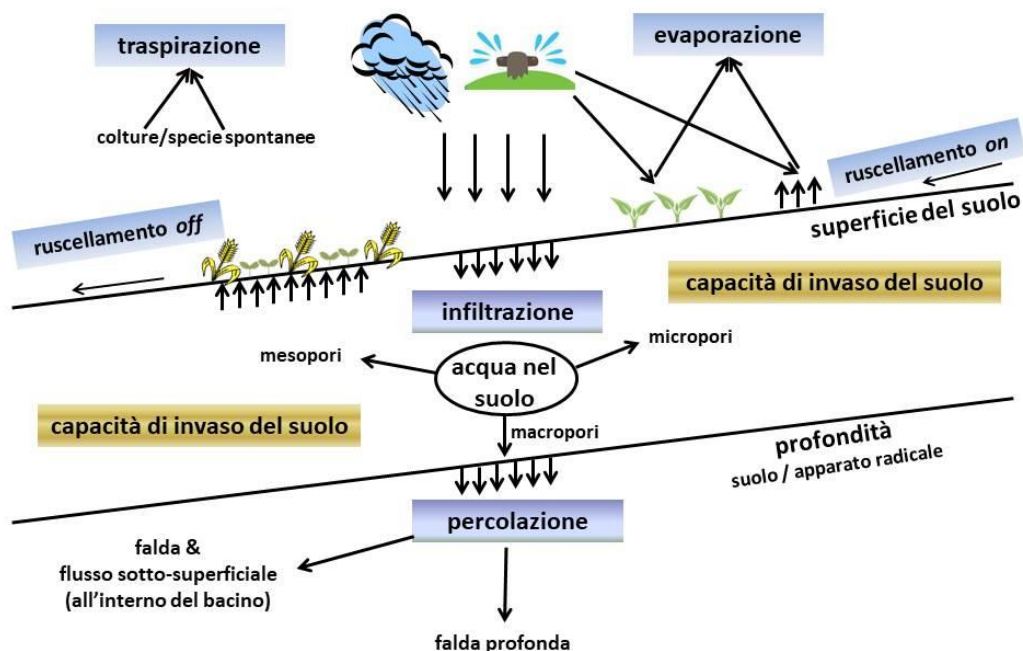


Fig. 1. Bilancio idrico a scala aziendale.

Alla variabilità spaziale, insita nella natura di un suolo, si aggiunge quella dovuta all'azione antropica, per cui con un ossimoro la capacità del suolo di invasare acqua si potrebbe definire come una “costante modificabile”. Le modifiche sono determinate dalle pratiche agronomiche (Nielsen *et al.*, 2005; Strudley *et al.*, 2008). L'acqua nel suolo è invece un parametro dinamico: varia nel tempo e nello spazio. L'andamento meteorologico e l'evapotraspirazione delle colture ritmano le variazioni temporali, la gestione agronomica determina le variazioni spaziali.

### Agrotecniche e bilancio idrico

Con l'adozione di adeguate pratiche di gestione del suolo, è possibile modificare la struttura del suolo, aumentare la quantità di acqua immagazzinata nel profilo del suolo, ridurre le perdite per evaporazione, migliorare l'efficienza d'uso dell'acqua da parte delle colture (nella terminologia anglo-sassone water use efficiency – WUE – ovvero il rapporto tra la produzione agricola e il volume di acqua evapo-traspirato dalla



coltura) (Angus e van Hearwardeen, 2001; Katerji *et al.*, 2008; Lovelli *et al.*, 2012) e infine regolare il trasferimento di acqua dalla parcella coltivata al territorio circostante l'azienda agricola.

Per semplificare si può ritenere che l'acqua nel suolo sia il risultato dell'interazione di cinque processi: *infiltrazione*, *ruscellamento*, *evaporazione*, *drenaggio* e *traspirazione* (fig. 2).

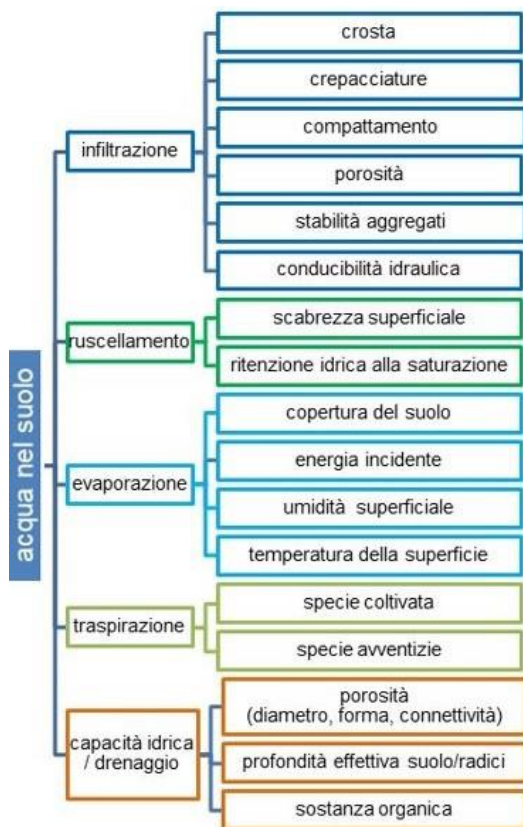


Fig. 2. Processi e parametri che determinano il contenuto di acqua nel suolo.

Ogni processo a sua volta è regolato da grandezze modificabili per effetto delle tecniche agronomiche. Ad esempio l'infiltrazione si riduce in presenza di crosta superficiale del suolo e le crepacciature aprono delle vie preferenziali di immagazzinamento dell'acqua (ma rappresentano anche un supplemento di superficie di suolo esposto alla evaporazione); la porosità, ed in particolare la forma e la distribuzione delle dimensioni dei pori lungo il profilo del suolo, determina la distribuzione dell'acqua nel suolo (Foley e Silburn, 2002). Con le lavorazioni si rompe la crosta superficiale, si richiudono le crepe e si modifica la porosità. Certi tipi di lavorazione del



suolo non proteggono la struttura degli aggregati, interrompono la connettività verticale dei pori, favoriscono l'ossidazione della sostanza organica e tendono a compattare il suolo (fig. 3).

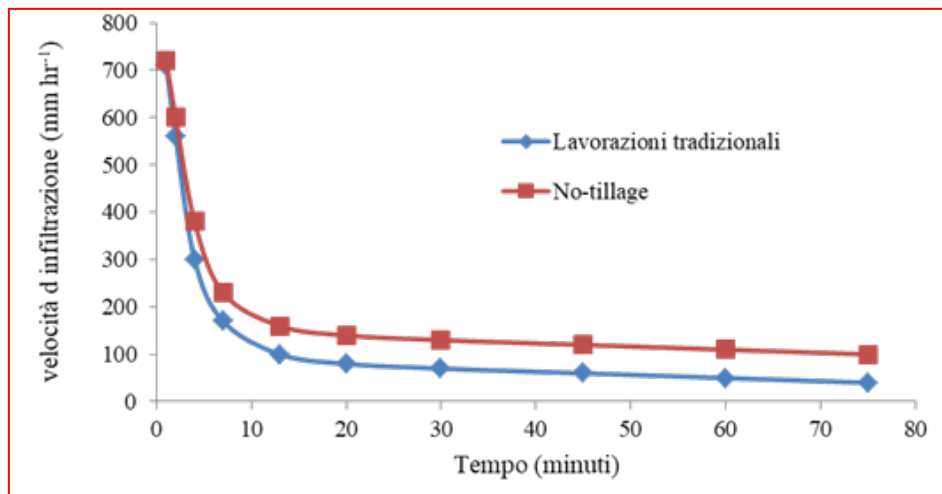


Fig. 3. Effetto della lavorazione tradizionale e non lavorazione sulla velocità di infiltrazione (da Mrabet, 2011).

Entro i limiti imposti dall'ambiente (topografia, proprietà del suolo e caratteristiche climatiche sono i principali vincoli fisici), le pratiche agricole diventano strumenti adatti per migliorare la capacità dei terreni di immagazzinare l'acqua e destinarla all'alimentazione idrica delle colture (Hatfield *et al.*, 2001). Per aumentare la capacità di invaso di un suolo, la soluzione chiave consiste nell'eseguire pratiche di gestione che migliorano la struttura del suolo, riducono la compattazione e preservano e migliorano i livelli di sostanza organica del suolo (Hernanz *et al.*, 2002). Ripetute nel tempo, queste pratiche agronomiche consentono di migliorare la capacità del suolo di essere "permeabile" alla pioggia (infiltrabilità o conducibilità idraulica alla superficie del suolo) e immagazzinare acqua nel suo profilo (Lipiec *et al.*, 2006).

Due sono le alternative per migliorare l'infiltrazione: aumentare la velocità o estendere il tempo di infiltrazione. Nel primo caso la presenza di macro-porosità continua, principalmente bio-pori creati dalla macro-fauna (come quelli >2 mm che formano i lombrichi) o dai canali lasciati dalle radici a fine ciclo vegetativo, accelera l'infiltrazione. Nel secondo caso il tempo di infiltrazione aumenta ricorrendo a idonee tecniche di lavorazione. Qualsiasi lavorazione aumenta la rugosità della superficie del terreno e sfavorisce il flusso dell'acqua sul terreno. Con lavorazioni che seguono le curve di livello,



la superficie del terreno oppone maggiore resistenza allo scorrimento dell'acqua, garantendo sia il rallentamento del flusso d'acqua sia l'aumento dell'infiltrazione nel suolo e sfavorendo la formazione di flussi di ruscellamento concentrato. In ambienti collinari i terrazzamenti rappresentano l'esempio più tipico per aumentare il tempo di infiltrazione dell'acqua nel suolo, invece in campi con pendenze ridotte le arginature trasversali rivestono una funzione analoga.

Le lavorazioni da sole non bastano a migliorare il tasso di infiltrazione dell'acqua nel suolo (Alvaro-Fuentes *et al.*, 2008). Infatti in agronomia si parla di gestione del sistema colturale, intendendo l'armonizzazione di diverse agrotecniche (López-Bellido *et al.*, 2007). In particolare, la gestione del suolo deve contribuire anche a:

- a) proteggere la stabilità degli aggregati, evitando che gli aggregati si rompano a causa dell'energia cinetica delle gocce di pioggia (o di irrigazione) o dell'impatto meccanico degli organi di lavorazione del suolo o delle ruote dei trattori che provocano il distacco delle particelle di suolo, il compattamento e la formazione di croste (Foley e Silburn, 2002). Ciò si consegue essenzialmente aumentando il contenuto di sostanza organica nel terreno (sovescio, letamazioni, ricorso ad ammendanti, fertilizzazione organica) e riducendo il "traffico" sui campi coltivati (trattori a guida parallela, regolando la pressione nel punto di contatto tra pneumatico e suolo, e comunque preferendo i cingolati o i pneumatici a larga sezione);
- b) mantenere coperto in modo permanente il suolo (con la vegetazione o con i residui colturali), per dissipare il carico di energia delle gocce di pioggia prima che raggiungano la superficie del suolo;
- c) interrompere gli strati di terreno impermeabili con la discissura del suolo (Sartori e Peruzzi, 1997);
- d) come strategia a lungo termine, promuovere lo sviluppo di bio-macropori orientati verticalmente. Gli apparati radicali, i lombrichi e la macrofauna in genere favoriscono questo tipo di porosità, in assenza di disturbi del suolo.

Oltre a favorire l'infiltrazione dell'acqua nel suolo, le tecniche agronomiche modulano la dinamica dell'acqua nel terreno e assicurano l'alimentazione idrica delle colture (fig. 4). L'acqua si muove per effetto della gravità (nei macro-pori) o delle forze di tensione (nei micro-pori). La quantità di acqua disponibile per la pianta dipende dalla porosità (quantità e distribuzione delle dimensioni dei pori) e dal volume del suolo esplorato dalle radici. Mentre la distribuzione delle dimensioni dei pori è fortemente influenzata dalle proprietà del suolo (tessitura, struttura e contenuto di sostanza organica), il volume totale dei pori da cui le piante estraggono l'acqua dipende dalla profondità dell'apparato radicale.



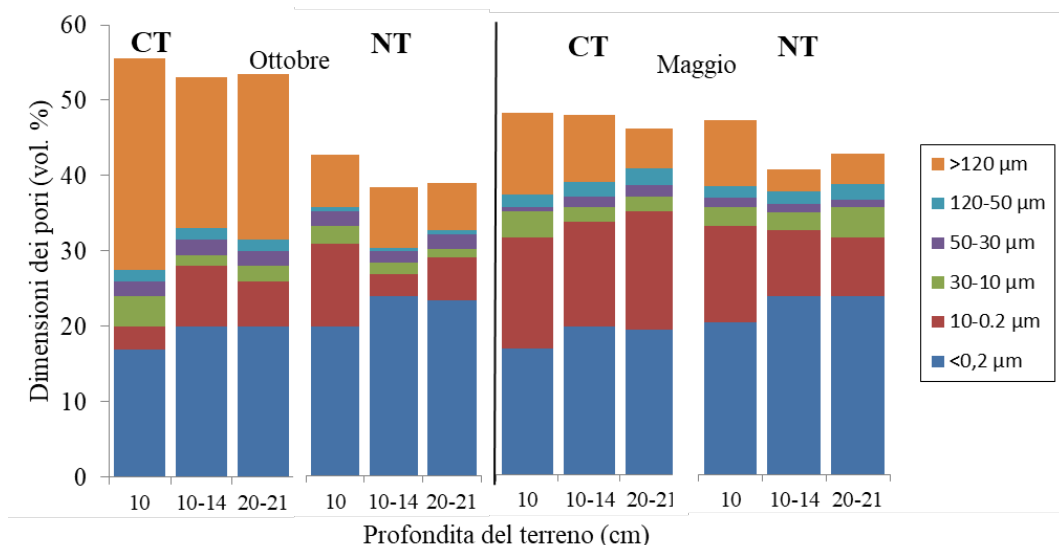


Fig. 4. Effetto delle lavorazioni conservative (NT) e tradizionali (CT) sulla dimensione dei pori nel terreno (da Pagliai, 1987). A fine di un ciclo culturale, le tecniche tradizionali, con l'azione di calpestamento delle macchine e attrezzi, riducono la porosità. In particolare, aumenta la microporosità, a scapito dei pori di dimensione maggiore.

Pertanto, al fine di accrescere la quantità di acqua disponibile per le colture, possono essere adottate pratiche specifiche di gestione per aumentare:

1) profondità di radicazione. La lavorazione verticale è in grado di rompere strati compatti del terreno (suole di lavorazione), spesso originati dal peso dei macchinari operanti in condizioni di terreno umido o da ripetute lavorazioni del terreno (Martínez *et al.*, 2008). Sebbene siano efficaci nel rompere gli strati impermeabili nel sottosuolo (di origine naturale o antropica), gli effetti della discissura sono spesso di breve durata, specialmente se non accompagnati da ulteriori precauzioni agronomiche, come il ricorso ad ammendanti (ad esempio gesso), sovescio, “primer crops”, specie colonizzatrici (Kirkegaard, 1994; Fageria *et al.*, 2014), e la riduzione del traffico di mezzi agricoli sulla superficie del suolo.

2) percentuale di meso e macro-pori. Le arature arieggiano il suolo, rendendolo soffice: in pratica uno degli effetti delle lavorazioni è l'aumento del volume dei macro-pori nello strato lavorato (Castellini e Ventrella, 2012). Il risultato dipende da molteplici fattori, fra cui lo stato idrico del suolo (Keller *et al.*, 2007). La lavorazione del terreno umido (vicino alla capacità del campo) è la prima causa di compattazione del suolo (e perdita



di meso-macro-porosità). In alternativa, la gestione “conservativa” ha come obiettivo la conservazione della struttura del terreno e si ottiene riducendo le lavorazioni meccaniche o non facendole (sistemi di gestione “no-till”). In questo caso non si disturba il suolo e vengono preservati macro-pori e gli spazi tra le unità strutturali del suolo (De Vita *et al.*, 2007; Mrabet, 2011). I risultati conseguibili con l’aratura tradizionale vengono demandati agli organismi viventi che operano una sorta di “bio-lavorazione” (Rasmussen, 1999). Questo è il caso dei lombrichi che scavano micro-gallerie o dei canali radicali, provenienti dalla decomposizione delle radici morte, che mettono in contatto idraulico gli orizzonti A e B del profilo del terreno. I bio-pori efficacemente agevolano la percolazione profonda, mentre qualsiasi tipo di lavorazione meccanica alla superficie del terreno non ha effetti sul drenaggio profondo.

La gestione conservativa del suolo, oltre a favorire il movimento dell’acqua nel suolo e lo sgrondo delle acque in eccesso col drenaggio, permette un maggiore accumulo di acqua nel suolo. La presenza dei residui colturali sulla superficie del suolo riduce le perdite improduttive di acqua del suolo per evaporazione (Alvarez e Steinbach, 2009). Specialmente in condizioni di elevata domanda di evaporazione, il “living mulch” influenza considerevolmente l’acqua disponibile nel suolo riducendo l’evaporazione (O’Leary e Connor, 1997). Un risultato analogo si ottiene in realtà anche con le lavorazioni: dopo l’erpicatura lo strato superficiale di terreno si asciuga, creando una barriera (“soil mulch”) che interrompe la capillarità e evita l’evaporazione dagli strati sottostanti (Cavazza, 1980). In condizioni di gestione “no-till” non si interrompe meccanicamente la capillarità, ma i residui colturali fungono da barriera contro l’evaporazione (Ward, 2009).

### **La condivisione delle buone pratiche agronomiche per raccogliere l’acqua**

Con “Canapa Work in progress” la cittadinanza di Acquaviva delle Fonti si è avvicinata alle agrotecniche che regolano il bilancio idrico dei suoli. Con le buone pratiche agronomiche è possibile da una parte aumentare la capacità di invaso (agendo sulla profondità di radicazione e la dimensione dei pori) e dall’altra ridurre il deflusso e l’evaporazione (Caliandro e Catalano, 1991; Giardini, 2004). Oltre alle osservazioni “on farm”, ai cittadini si offre la possibilità di riflettere attraverso la “teoria del gioco” (what/if) utilizzando i modelli agronomici di simulazione. Cosa succede dell’acqua nel suolo se si utilizzano agrotecniche diversificate? Se la natura del suolo è diversa? Se cambia il clima? I modelli agronomici sono in grado di dare queste risposte; se resi sufficientemente “friendly”, possono avvicinare i cittadini alle problematiche agro-ambientali e dare loro le risposte. Gli agricoltori di Acquaviva delle Fonti sono sempre più



consapevoli dei vantaggi derivanti dalle pratiche di gestione conservativa del suolo. Queste pratiche si basano su due principi: minimo disturbo e copertura permanente del suolo. Chi ha adottato le pratiche dell'agricoltura conservativa si è reso conto che ha migliorato la disponibilità di acqua del suolo e, allo stesso tempo, ha regolato il bilancio idrico (Martínez *et al.*, 2008) in maniera più efficiente, ovvero ha tesaurizzato più acqua nel profilo del terreno. Tuttavia il trasferimento dei principi di agricoltura conservativa alla pratica aziendale è rallentato dalla assenza sul mercato di specifici macchinari (progettati espressamente per le dimensioni delle aziende agricole locali, nonché per la topografia del territorio) e agro-farmaci (per la gestione integrata delle specie avventizie). Gli studi agronomici hanno dimostrato, in alcuni casi, i limiti della gestione conservativa del suolo soprattutto in terreni argillosi e in annate umide, quando la biomassa delle specie avventizie è elevata (Holland, 2004).

Ruscellamento e drenaggio sono due termini del bilancio idrico che, se estrapolati dalla scala aziendale, rappresentano importanti eco-servizi idrologici che le aziende agrarie attente alla sostenibilità forniscono al territorio. I modelli di sistemi colturali quantificano i volumi di acqua ruscellata o drenata che una azienda restituisce ai corpi idrici naturali o ai bacini artificiali. Una volta quantificata l'acqua "prodotta" dall'azienda, il valore economico dell'eco-servizio si determina inequivocabilmente (Mastrorilli *et al.*, 2018) e dovrebbe essere riconosciuto agli agricoltori rispettosi dell'ambiente che adottano quelle buone pratiche che influenzano il bilancio idrico e favoriscono la raccolta di acqua dalla superficie aziendale verso i bacini di accumulo.

## **Conclusioni**

A conclusione della sensibilizzazione agronomica con "Canapa Work in progress" i cittadini di Acquaviva delle Fonti hanno condiviso le strategie per risparmiare e conservare l'acqua attraverso specifici itinerari agronomici. Chiaramente è emerso che la raccolta delle acque non interrompe il ciclo idrologico. Il motto "Pura defluit" è stato riattualizzato, nel senso che per un corretto funzionamento dell'agro-ecosistema, che vada nella direzione della sostenibilità, le attività agricole devono: preservare le risorse idriche da inquinamento (*Pura*), consentire usi plurimi all'acqua; trasferirla ad altri settori produttivi (*defluit*). Le buone pratiche agronomiche ad Acquaviva delle Fonti vengono riconosciute come eco-servizi a vantaggio dell'intera collettività e non solo dagli addetti ai lavori (di campagna!).



## BIBLIOGRAFIA e SITOGRAFIA

- Alvarez R., Steinbach H.S. (2009). A review of the effects of tillage systems on some soil physical properties, water content, nitrate availability and crops yield in the Argentine Pampas. *Soil & Tillage Research*, 104(1): 1-15.
- Álvaro-Fuentes J., Arrúe J.L., García R., López M.V. (2008). Tillage and cropping intensification effects on soil aggregation: temporal dynamics and controlling factors under semiarid conditions. *Geoderma*, 145(3-4): 390-396.
- Angus J.F., Van Herwaarden A.F. (2001). Increasing water use and water use efficiency in dryland wheat. *Agronomy Journal*, 93: 290-298.
- Biradar C.M., Thenkabail P.S., Noojipady P., Yuanjie L., Dheeravath V., Turrall H., Velpuri M., Gumma M.K., Galganakunta O.R.P., Cai X.L., Xiao X., Shull M.A., Alankara R. D., Gunasinghe S., Mohideen S., (2009). A global map of rainfed cropland areas (GMRCA) at the end of last millennium using remote sensing. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 11: 114-129.
- Caliandro A., Catalano M. (1991). Principi di aridocoltura. *Rivista di Agronomia*, 25(3): 373-386.
- Castellini M., Ventrella D. (2012). Impact of conventional and minimum tillage on soil hydraulic conductivity in typical cropping system in Southern Italy. *Soil & Tillage Research*, 124: 47-56.
- Cavazza L., (1980). Dry farming in modern agriculture. *Rivista di Agronomia*, 14(3): 175-177.
- De Vita P., Di Paolo E., Fecondo G., Di Fonzo N., Pisante M. (2007). No-tillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in Southern Italy. *Soil & Tillage Research*, 92: 69-78.
- Fageria N.K., Moreira A., Moraes L.A.C., Moraes M.F. (2014). Root growth, nutrient uptake, and nutrient use efficiency by roots of tropical legumes cover crops as influenced by phosphorus fertilization. *Soil Science and Plant Analysis*, 45: 555-569.
- Foley J.L., Silburn D.M. (2002). Hydraulic properties of rain impact surface seals on three clay soils - influence of raindrop impact frequency and rainfall intensity during steady state. *Australian Journal of Soil Research*, 40: 1069-1083.
- Giardini L., (2004). Principi di aridocoltura. In: GIARDINI L. *Agronomia generale, ambientale e aziendale*. Bologna: Patron.
- Giorgi F., Lionello P. (2008). Climate change projections for the Mediterranean region. *Global and Planetary Change*, 63: 90-104.



Hatfield J.L., Sauer T.S., Prueger J.H. (2001). Managing soils to achieve greater water use efficiencies: a review. *Agronomy Journal*, 93: 271-280.

Hernanz J.L., López R., Navarrete L., Sánchez-Girón V. (2002). Long-term effects of tillage systems and rotations on soil structural stability and organic carbon stratification in semi-arid central Spain. *Soil & Tillage Research*, 66: 129-141.

Holland J.M. (2004). The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: reviewing the evidence. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 103: 1-25.

Katerji N., Mastrorilli M., Rana G. (2008). Water use efficiency of crops cultivated in Mediterranean region: Review and analysis. *European Journal of Agronomy*, 28: 493-507.

Keller T., Arvidsson J., Dexter A.R. (2007). Soil structures produced by tillage as affected by soil water content and the physical quality of soil. *Soil & Tillage Research*, 92: 45-52.

Kirkegaard J.A., Gardner P.A., Angus J.F., Koetz E. (1994). Effect of Brassica break crops on the growth and yield of wheat. *Australian Journal of Agricultural Research*, 45: 529-545.

Lipiec J., Kus J., Słowińska-Jurkiewicz A., Nosalewicz A. (2006). Soil porosity and water infiltration as influenced by tillage methods. *Soil & Tillage Research*, 89: 210-220.

López-Bellido R.J., López-Bellido L., Benítez-Vega J., López-Bellido F.J. (2007). Tillage system, preceding crop, and nitrogen fertilizer in wheat crop: I. Soil water content. *Agronomy Journal*, 99: 59-65.

Lovelli S., Perniola M., Scalcione E., Troccoli A., Ziska L.H. (2012). Future climate change in the Mediterranean area: implications for water use and weed management. *Italian Journal of Agronomy*, 7: 44-49.

Martínez E., Fuentes J.P., Silva P., Valle S., Acevedo E. (2008). Soil physical properties and wheat root growth as affected by no-tillage and conventional tillage systems in a Mediterranean environment of Chile. *Soil & Tillage Research*, 99: 232-244.

Mastrorilli M. (2015). L'acqua nell'agricoltura sostenibile. In: Mastrorilli M. (ed.). *L'acqua in agricoltura. Gestione sostenibile della pratica irrigua*. Milano: Edizioni Agricole di New Business Media, pp. 1-11.

Mastrorilli M., Zucaro R. (2016). Towards sustainable use of water in rainfed and irrigated cropping systems: review of some technical and policy issues. *AIMS Agriculture and Food*, 1(3): 294-314. DOI: 10.3934/agrfood.2016.3.294



Mastrorilli (2017). L'acqua va raccolta e conservata come un tempo. *Georgofili INFO*, <http://www.georgofili.info/stampa.aspx?id=4476>

Mastrorilli M., Rana G., Verdiani G., Tedeschi G., Fumai A., Russo G. (2018). Economic evaluation of hydrological ecosystem services in Mediterranean river basins applied to a case study in Southern Italy. *Water*, 10: 241. doi:10.3390/w10030241

Mrabet R. (2011). No-tillage agriculture in West Asia and North Africa. In: Tow P.G., Cooper I.M., Partridge I., Birch. C.J. (eds). *Rainfed farming systems*. Dordrecht: Springer, pp. 1015-1042.

Nielsen D.C., Unger P., Miller P.R. (2005). Efficient water use in dryland cropping systems in the Great Plains. *Agronomy Journal*, 97: 364-372.

O'leary G.J., Connor D.J. (1997). Stubble retention and tillage in a semi-arid environment: 3. Response of wheat. *Field Crop Research*, 54: 39-50.

Pagliai M. (1986). Effetti della lavorazione e non lavorazione sulla porosità di un terreno franco-argilloso investito a vigneto. *Rivista di Agronomia*, 20: 178-183.

RASMUSSEN K.J. (1999). Impact of ploughless soil tillage on yield and soil quality. *Soil & Tillage Research*, 53: 3-14.

Sartori L., Peruzzi A. (1997). *Guida alla scelta ed all'impiego delle attrezzature per la lavorazione del terreno*. Bologna: Edagricole.

Strudley M.W., Green T.R., Ascough J.C. II (2008). Tillage effects on soil hydraulic properties in space and time: state of the science. *Soil & Tillage Research*, 99: 4-48.

Ward P.R., Whisson K., Micin S.F., Zeelenberg D., Milroy S.P. (2009). The impact of wheat stubble on evaporation from sandy soil. *Crop Pasture Science*, 60: 730-737.



# ACQUA COMUNI E TERRITORIO: MITIGAZIONE DEL DISSESTO IDROGEOLOGICO. ALCUNE ESPERIENZE IN PUGLIA

Daniele Sgaramella

*Ingegnere, componente Ufficio Commissario di Governo delegato per la  
mitigazione del rischio idrogeologico, Regione Puglia*

In letteratura tecnica con il termine “dissesto idrogeologico” si intende tutta una serie di processi morfologici di alterazione, di disaggregazione fisico-meccanica del suolo, e più in generale del territorio, a partire dall'erosione superficiale fino alle frane e alle piene fluviali e torrentizie (alluvioni). Tali processi sono spesso connessi a eventi pluviometrici intensi e/o all'attività antropica quali gli sbancamenti, lo scavo al piede di versanti, la non corretta o assenza di regimazione delle acque di ruscellamento superficiali, la posa di riporti di terreno ecc., talora favoriti da fattori predisponenti quali la conformazione morfologica e la natura litologica dei versanti.

## **1) Dissesto idrogeologico: alcuni dati statistici**

Facendo riferimento al recente *Rapporto ISPRA del 2018 sul Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio*, in Italia “I comuni interessati da aree a pericolosità da frana elevata P3 e molto elevata P4 e/o pericolosità idraulica media P2 sono 7.275 pari all'91,1% dei comuni italiani” (elaborazione 2017). La situazione in Puglia, nello stesso periodo, non si discosta molto dai dati nazionali in cui si registra l'89,1% dei comuni pugliesi aventi aree a pericolosità da frana P3 e P4 e idraulica P2. Tale pericolosità idraulica o da frana è causata, il più delle volte, dalla cattiva gestione del territorio cui corrispondono inevitabilmente elevatissimi costi in termini ambientali, sociali, infrastrutturali e di vite umane. È evidente che, se esistono fattori naturali che contribuiscono al rischio idrogeologico quali condizioni meteorologiche estreme, geomorfologia del territorio (pendenza dei versanti o caratteristiche del bacino idrico), variazioni climatiche (repentini aumenti della temperatura), l'impatto di tali fattori è trascurabile, soprattutto nel medio/lungo periodo, se l'ambiente non è antropizzato. In un ambiente antropizzato, i danni in termini sia economici



sia di vite umane, sono proporzionali al livello di antropizzazione e permangono elevati i rischi anche in presenza di un intervento di “mitigazione” da parte dell’uomo.

L’esperienza svolta dapprima nell’Autorità di Bacino e negli ultimi anni presso l’Ufficio del Commissario Straordinario contro il dissesto idrogeologico, insegna che per poter analizzare il problema ed evidenziarne le criticità, occorre una partecipazione congiunta alla GOVERNANCE del dissesto idrogeologico, coinvolgendo tutte le professionalità del settore (ingegneri, architetti, archeologi, geologi, agronomi, forestali...) e tutti gli operatori in gioco (amministrazioni, professionisti ed imprese).

## **2) Attività in corso a cura della Regione Puglia - Commissario Straordinario delegato contro il dissesto idrogeologico**

Le attività in corso a cura del suddetto Ufficio del Commissario Straordinario contro il dissesto idrogeologico, si esplicano sulla base di varie disposizioni di Legge per l’attuazione di interventi urgenti e indifferibili diretti a rimuovere le situazioni di più elevato rischio idrogeologico. Tra queste si ricorda:

- ACCORDO DI PROGRAMMA del 25 novembre 2010 sottoscritto fra Ministero dell’Ambiente (MATTM) e Regione con il quale sono stati realizzati oltre 60 interventi prioritari e funzionali a garantire la salvaguardia e la messa in sicurezza del territorio; molti altri sono in via di attuazione o definizione (Addendum, atti integrativi, ecc.);
- ACCORDO PROCEDIMENTALE per l’utilizzo delle risorse destinate al finanziamento di interventi di mitigazione del rischio idrogeologico al fine di favorire l’adattamento ai cambiamenti climatici in attuazione dell’art. 19, comma 6, lett. a) del D.lgs. n. 30/2013, attraverso il quale è stato possibile approvare il programma per gli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico causato da frane nei comuni montani ricadenti nella Regione Puglia di Alberona e di Celle San Vito.

Dopo il trasferimento delle funzioni di commissari straordinari delegati ai Presidenti delle Regioni, per il sollecito espletamento delle procedure relative alla realizzazione degli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico, il Presidente di ogni Regione ha potuto delegare un apposito soggetto attuatore per operare sulla base di specifiche indicazioni ricevute dallo stesso Presidente. In Puglia con Decreto Commissariale n. 75 del 26 febbraio 2018, l’ing. Raffaele Sannicandro, Commissario Straordinario dell’A.S.S.E.T., è stato nominato Soggetto Attuatore della Struttura Commissariale.



### 3) Interventi strutturali e non strutturali per la mitigazione del rischio idrogeologico: alcune esperienze in Puglia

Nel corso del Workshop è stata descritta l'idrografia di alcuni bacini idrografici presenti nella Regione Puglia, e si sono evidenziati alcuni interventi attuati al fine di mitigare il dissesto idrogeologico; di seguito si riporta una sintesi dei casi esaminati:

- INTERVENTI PER IL FIUME FORTORE

Del fiume Fortore si ricordano i diversi eventi alluvionali (fig.1-4) che si sono realizzati negli ultimi anni, e che in alcuni casi hanno provocato l'allagamento dell'A14, della FF.SS, del sottopasso della SS16 e del ponte d'Arena. A seguito di tali situazioni, si sono attuati diversi interventi strutturali di sistemazione idraulica;



Fig. 1-4. Fiume Fortore, eventi alluvionali.



- INTERVENTO SUL TORRENTE RADICOSA

Diverse esondazioni hanno riguardato il torrente Radicosa, affluente del torrente Candellaro negli ultimi anni. In particolare, nelle figure 5 e 6, si rappresenta l'opera pontuale critica sulla SP 142 (ex S.S. 16) di attraversamento del Torrente Radicosa, su cui si è intervenuto attraverso la realizzazione di un rinforzo strutturale delle spalle esistenti;



Fig. 5-6. Torrente Radicosa, provincia di Foggia, intervento di sistemazione idraulica.

- INTERVENTI A CARPINO, PESCHICI, SAN MARCO IN LAMIS, APRICENA

A Carpino e in altri comuni del Gargano, nel 2014 si sono registrati eventi alluvionali che hanno interessato diversi canali tra cui il canale Antonino. Tali eventi hanno provocato seri disagi nel centro urbano e la perdita di una vita umana. Tra i diversi interventi realizzati vi è il rivestimento del canale Antonino con massi ciclopici a scogliera (fig. 7-8).



Fig. 7-8. Comune di Carpino, provincia di Foggia, interventi di manutenzione del Canale Antonino.



Altri interventi nella zona del Gargano hanno interessato il comune di Peschici, attraverso dei lavori di manutenzione straordinaria con adeguamento idraulico del Canale Calena (fig. 9), e il comune di San Marco in Lamis con alcune opere di mitigazione nella zona "Coppa Casarinelli" e "Schiavonesche" (fig. 10-11-12).



Fig. 9. Comune di Peschici provincia di Foggia, interventi in Canale Calena.



Fig.10-11-12. Comune di San Marco in Lamis, provincia di Foggia, alcuni interventi in area cimiteriale, zona Schiavonesche - Coppa Casarinelli.





Ad Apricena, invece, si è realizzato il canale scolmatore (fig. 13);



Fig. 13. Comune di Apricena, provincia di Foggia  
Canale Scolmatore – 2° Lotto.

- INTERVENTI A GROTTAGLIE (CANALE MACCHIONE) E A MASSAFRA (CANALE SAN MARCO)

Il territorio di Grottaglie è stato interessato da diversi eventi alluvionali lungo il canale Macchione, affluente del canale D'Aiedda. Il rischio è stato ridotto con diversi interventi tra cui la realizzazione di arginature con stabilizzazione di “prato armato”, con il rivestimento delle sponde e del fondo con materassini tipo reno o gabbioni, e con altri interventi di ingegneria naturalistica.



Fig. 14-15. Comune di Grottaglie, provincia di Taranto, interventi per la messa in sicurezza del Canale Macchione.

A Massafra invece, sono stati effettuati degli interventi per la messa in sicurezza di vaste aree a rischio idraulico ed idrogeologico; in particolare, le figure 16 e 17, evidenziano interventi realizzati per Canale San Marco;





Fig. 16-17. Comune di Massafra, provincia di Taranto, interventi per la messa in sicurezza del territorio - Canale San Marco.

- INTERVENTI PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO A VEGLIE E A SECLÌ

Nel territorio di Veglie, a seguito degli eventi alluvionali del 2009, è stata progettata una vasca di laminazione con la realizzazione dei rispettivi canali afferenti, come evidenziato in figure 18 e 19.



Fig. 18-19. Comune di Veglie, provincia di Lecce, interventi per la messa in sicurezza del territorio - Realizzazione vasca di laminazione.

Sempre nel Salento, a Seclì inoltre sono stati proposti degli interventi di mitigazione del rischio idraulico dell'abitato, con la realizzazione di una vasca di laminazione e di un canale scolmatore (fig. 20-21).





Fig. 20-21. Comune di Secli, provincia di Lecce, interventi per la messa in sicurezza del territorio - Realizzazione vasca di Laminazione e canale scolmatore.

#### 4) Programmazione futura

Il futuro è già in corso! Infatti sono numerosi gli accordi ed i programmi di interventi intrapresi. Essi possono essere così elencati:

- PRIMO ATTO INTEGRATIVO ALL'ACCORDO DI PROGRAMMA 2010 (C.D. PIANO FRANE)

In base agli esiti delle fasi istruttorie espletate dal MATTM, è stato sottoscritto l'atto integrativo all'Accordo di Programma del 25 novembre 2010 finalizzato alla programmazione ed al finanziamento di ulteriori n. 16 interventi previsti prevalentemente nel territorio della provincia di Foggia, per un importo complessivo pari a € 32.896.313,33;

- PATTO PER LO SVILUPPO DELLA REGIONE PUGLIA (D.G.R. n. 1202 del 28.07.2017)

Un programma di interventi di mitigazione del rischio idrogeologico, da finanziare con le risorse FSC 2014-2020 assegnate nell'ambito del Patto per lo sviluppo della Regione Puglia (€ 2.071,5 Mln), sottoscritto in data 10.09.2016 tra il Presidente del Consiglio dei Ministri e il Presidente della Regione Puglia;

- FONDO PER LA PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI CONTRO IL DISSESTO IDROGEOLOGICO (PRIMO STRALCIO)

Il cui finanziamento delle progettazioni ammesse nella regione Puglia è di € 11.499.215,97. L'espletamento delle attività connesse è affidata al Presidente della Regione in qualità di Commissario di Governo contro il dissesto Idrogeologico. Il Commissario, ad oggi, ha espletato tutte le procedure di gara ed ha affidato 61 incarichi di progettazione. Per oltre il 60% degli interventi sono già in fase di conclusione le conferenze dei servizi;



- PIANO NAZIONALE PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO, IL RIPRISTINO E LA TUTELA DELLA RISORSA AMBIENTALE - PIANO STRALCIO 2019

La Direzione Generale per la salvaguardia del territorio e delle acque ha comunicato al Commissario Straordinario l'avvio delle procedure di competenza relative al Piano stralcio 2019, prevedendo per la Puglia un fondo di € 16.524.991,41, per interventi avviabili entro il 2019;

- FONDO PER LA PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI CONTRO IL DISSESTO IDROGEOLOGICO - II STRALCIO

La Regione Puglia ha proposto al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare l'elenco di ulteriori n. 5 interventi da finanziare con il fondo progettazione, favorendo le necessarie attività progettuali delle opere e rendendo così le stesse immediatamente cantierabili. Il finanziamento richiesto è pari a € 1.140.396,00;

- SECONDO ADDENDUM AL PIANO OPERATIVO "AMBIENTE" FSC 2014-2020 - SOTTO PIANO "INTERVENTI PER LA TUTELA DEL TERRITORIO E DELLE ACQUE"

In esso è stato recepito l'ulteriore fabbisogno di n. 8 interventi prioritari e strategici di mitigazione del rischio idrogeologico nella Regione Puglia inseriti nel sistema RenDIS, per un importo complessivo di € 19.850.466,45.

GRUPPO DI LAVORO UFFICIO DEL COMMISSARIO DI GOVERNO			
Arch. Danilo Stefanelli	Ing. Daniele Sgaramella	Ing. Andrea Doria	Geol. Tiziana Caggiano
Geol. Daniela Di Carne	Ing. Valeria Intini	Ing. Filomena Carbone	Ing. Giuseppe Laraia

## BIBLIOGRAFIA e SITOGRAFIA

Trigila A., Iadanza C., Bussetini M., Lastoria B. (2018). *Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio*. Roma: ISPRA. Rapporti, 287.

[http://www.isprambiente.gov.it/files2018/pubblicazioni/rapporti/rapporto-dissesto-idrogeologico/Rapporto\\_Dissesto\\_Idrogeologico\\_ISPRA\\_287\\_2018\\_Web.pdf](http://www.isprambiente.gov.it/files2018/pubblicazioni/rapporti/rapporto-dissesto-idrogeologico/Rapporto_Dissesto_Idrogeologico_ISPRA_287_2018_Web.pdf)



# ACQUA COMUNI E VALORIZZAZIONE DELLE FONTANINE PUBBLICHE: L'ESPERIENZA DI MARTINA FRANCA

Pino Caramia

*Fiduciario Condotta Slow Food Trulli e Grotte*

## PREMESSA

*“Cento anni fa sgorgava per la prima volta in Puglia l’acqua del Sele, grazie alla realizzazione della più grande opera idraulica dell’era moderna, l’Acquedotto Pugliese. Con essa, nasce anche uno dei simboli più amati dell’acqua salubre nel tacco d’Italia, la “cape de firr”, la mitica fontanina che per prima ha reso disponibile il prezioso liquido nelle piazze di Puglia.*

*Segni particolari: altezza 128 cm, base circolare 38 cm, forma conica, corredata di cappello e vaschetta di recupero delle acque, totalmente in ghisa, rubinetto a getto intermittente con meccanismo interno in ottone, frutto dell’ingegno degli uomini che hanno fatto l’Acquedotto Pugliese, ancora oggi a produzione artigianale. Parliamo del simbolo dell’Acquedotto Pugliese, la storica fontanina che ha portato l’acqua salubre pubblica in Puglia e che, ancora oggi, rappresenta l’icona indiscussa di questa epocale conquista sociale. Una storia che ha inizio nel lontano 1902, con la legge per la costruzione e l’esercizio dell’Acquedotto Pugliese in cui si dispone che “il Consorzio dovrà costruire a sue spese in ciascun comune, in numero proporzionato agli abitanti, fontanine gratuite pel pubblico, restando in facoltà del comune di disciplinarne l’uso, ed a suo carico il pagamento dell’acqua”.*

*Il regolamento e il capitolato per la costruzione e l’esercizio dell’Acquedotto Pugliese, approvato con Regio decreto nel 1904, ne disciplina l’installazione, “in ragione di una per ogni 2500 abitanti nei grossi centri che ne contano più di 20 mila, una per ogni 1500 nei comuni di popolazione compresa tra i 10 e 20 mila abitanti, ed infine una per ogni 1000 abitanti o meno nei centri minori”.*

*“Ogni fontanina - si legge ancora nel regolamento - non dovrà erogare meno di 25 metri cubi d’acqua al giorno e sarà a luce tassata, mediante apposito rubinetto idrometrico, e l’acqua dovrà dai comuni essere pagata al prezzo di 0,20 lire [...] Nel 1914, trova attuazione il dettato normativo sulle fontanine e viene stabilito il tipo che oggi conosciamo.”*

*(tratto dal sito dell’AQP)*



*Nel cantico delle creature San Francesco loda il Signore per il grande dono fatto all'umanità: "Laudato si', mi Signore per sora acqua, la quale è molto utile e umile e preziosa e casta".*

*"L'acqua potabile e pulita rappresenta una questione di primaria importanza, perché è indispensabile per la vita umana e per sostenere gli ecosistemi terrestri ed acquatici". "Ci sono luoghi che richiedono una cura particolare a motivo della loro enorme importanza per l'ecosistema mondiale, o che costituiscono significative riserve di acqua e così assicurano altre forme di vita".*

(dalla Lettera Enciclica *Laudato Si'* di Papa Francesco 28 e 37, 2015)

Il progetto *Operazione chèp de firr*, pensato ed ideato da chi scrive, nasce con l'obiettivo di recupero, pulizia e valorizzazione delle fontanine pubbliche presenti nel Comune di Martina Franca che, nella maggior parte dei casi, si presentano in uno stato di completo abbandono e soprattutto mancanti quasi tutte della classica copertura metallica chiamata in gergo popolare "testa di ferro", quasi a voler "umanizzare" la funzionalità di queste importanti attrezzature che di fatto hanno determinato il passaggio dalla civiltà rupestre alla civiltà moderna. Si è inteso inoltre, favorire la conoscenza della risorsa acqua incentivando l'uso dell'acqua di rubinetto rispetto all'acqua in bottiglia, scoraggiando la produzione di rifiuti in plastica con la contestuale riduzione dell'inquinamento creato dal trasporto nazionale di acque minerali da una regione all'altra.

Per contrastare questo approccio alla "mercificazione" dell'acqua, bene pubblico accessibile a tutti i cittadini nei luoghi pubblici, il progetto ha previsto anche la riqualificazione dei luoghi nei quali esistono ancora delle fontanine "cape de firr" in modo da renderli più decorosi, con apposizione di rastrelliere per bici e vasi fioriti. Il progetto è partito nel dicembre 2016 ed è tutt'ora in corso. Ad oggi sono state recuperate ed incappellate tutte le fontanine del Centro Urbano. L'*Operazione chèp de firr* ha partecipato nel febbraio del 2017 alla trasmissione "Mi illumino di meno 2017" promossa da Radio Due, è stata candidata come attività nella presentazione della Settimana Europea per la Riduzione dei Rifiuti (SERR) il 25 ottobre 2017 presso la fiera Ecomondo di Rimini, e viene seguita con molto interesse da parte di Enti locali e associazioni.

Il progetto *Operazione chèp de firr* in data 08/07/2016 è stato sottoposto alla preventiva autorizzazione del Comune di Martina Franca in qualità di affidatario delle stesse fontane; successivamente, in data 20/10/2016, con Delibera del Commissario Straordinario del Comune di Martina Franca, è stato concesso il nulla osta del Comune sia per gli interventi di pulizia e manutenzione che per il posizionamento degli elementi decorativi quali i vasi ornamentali e rastrelliere per bici. Inoltre, il



Comune di Martina Franca si è impegnato nel fornire il necessario supporto per gli interventi di manutenzione tecnica e, ove previsto, di rifacimento della pavimentazione in cui sono collocate le fontanine.

I soggetti proponenti del progetto sono tre:

- PRO LOCO MARTINA FRANCA

La Pro Loco Martina Franca ha lo scopo di promuovere il turismo culturale e sostenibile nel Comune di Martina Franca. La realizzazione di questo progetto ha visto l'impegno del consiglio direttivo che, tra l'altro, ha voluto inserire nelle mappe informative turistiche di Martina Franca che vengono distribuite gratuitamente, l'esatta collocazione di tutte le fontanine del centro urbano.

- SLOW FOOD – CONDOTTA TRULLI E GROTTI

Slow Food è un'associazione internazionale non-profit, conta 100.000 iscritti, volontari e sostenitori in 150 Paesi, 1500 Condotte - le sedi locali - e una rete di 2000 comunità che praticano una produzione di cibo su piccola scala, sostenibile e di qualità nel rispetto del principio secondo il quale il cibo deve essere, buono, pulito e giusto. L' *Operazione ch'èp de firr* è promossa e sostenuta dalla condotta Slow Food Trulli e Grotte (già Slow Food Alberobello e Valle d'Itria) che opera su questo territorio dal 2002.

- PROGETTO POPOLARE ONLUS

La cooperativa sociale Progetto Popolare Onlus dal 2011 gestisce il Centro diurno e la Crap del Centro di salute Mentale di Martina Franca – Crispiano attraverso la realizzazione di progetti terapeutico riabilitativi (PTR) che coinvolgono i pazienti/fruitori con lo scopo di farli interfacciare con la comunità e farli uscire da un contesto di emarginazione, stimolando la loro curiosità e soddisfacendo il bisogno personale di sentirsi utili alla comunità.

Il progetto ha inteso perseguire i seguenti obiettivi:

- pulire, valorizzare e rendere fruibili le 35 fontanine pubbliche presenti nel territorio di Martina Franca;
- promuovere e favorire l'utilizzo dell'acqua pubblica;
- stimolare e accrescere lo spirito di appartenenza al proprio territorio;
- ridurre lo spreco di acqua causato dal mal funzionamento delle fontanine;
- promuovere e favorire la riduzione dei rifiuti;
- promuovere l'integrazione sociale di soggetti deboli e svantaggiati.



Il progetto *Operazione chèp de firr* è stato strutturato con le seguenti attività:

- a. *Censimento e catalogazione delle fontanine presenti sul territorio*
- b. *Conferenza stampa di avvio dell'operazione*
- c. *Incontro pubblico "Sorella Acqua"*
- d. *Presentazione del libro "La terra delle fontane" di Vito Palumbo*
- e. *Mostra fotografica "La Fontana si racconta"*
- f. *Attività di pulizia e valorizzazione delle fontanine*
- g. *Affidamento in custodia*
- h. *Concorso fotografico e di ricerca*
- i. *Reperimento di risorse finanziarie*

a) *Censimento e catalogazione delle fontanine presenti sul territorio*

Per ogni fontanina presente sul territorio di Martina Franca nel periodo da aprile 2016 a luglio 2016, è stata predisposta una scheda di censimento e catalogazione in cui sono stati riportati i dati relativi a:

- stato di fatto;
- tipologia di intervento da attuare;
- eventuali pezzi di ricambio necessari per il ripristino di efficienza;
- elementi decorativi da installare;
- possibili affidatari post-operazione di ripristino;
- costi presunti dell'intervento;
- data presunta dell'intervento.

Sono state censite complessivamente 35 fontanine, di cui 16 nel centro urbano e 19 nell'agro di Martina Franca. Il numero delle fontanine è da intendersi non definitivo, in quanto non è da escludere che se ne possano aggiungere delle altre non rilevate con il primo censimento. Durante tale attività è emerso anche che dal 1914 ad oggi alcune fontane sono state completamente rimosse (per es. Via Paolotti, Via Taranto nei pressi dell'ex mobilificio Carbotti, Corso Messapia nei pressi dell'Istituto Marinosci), mentre la fontanina adiacente la Chiesa della Madonna della Sanità è stata sostituita con un modello di recente fattura. Non sono state invece oggetto di censimento le fontanine di recente costituzione quali, a titolo di esempio, quelle installate nel Parco di Ortolini.

b) *Conferenza stampa di avvio dell'operazione*

Dopo l'ottenimento delle relative autorizzazioni da parte del Comune, in data 14 dicembre 2016, nei locali del centro Diurno in via Bellini, è stata organizzata la conferenza stampa di presentazione alla città dell'*Operazione chèp de firr*, delle sue motivazioni e delle associazioni proponenti.



*c) Incontro pubblico “Sorella Acqua”*

Il 22 marzo 2017, in occasione della *Giornata mondiale dell'Acqua*, presso la sala consiliare del Comune di Martina Franca, è stato organizzato l'incontro pubblico “*Sorella Acqua*” con Nicola Costantino – ex amministratore unico AQP, Domenico Blasi – direttore Gruppo Umanesimo della Pietra, Don Giulio Meiattini - teologo.

*d) Presentazione del libro “La terra delle fontane” di Vito Palumbo*

Il 24 marzo 2017, presso la Sala degli uccelli del Palazzo Ducale di Martina Franca, alcune classi elementari e la cittadinanza di Martina Franca hanno incontrato Vito Palumbo autore del volume “*La terra delle Fontane*”.

*e) Mostra fotografica “La Fontana si racconta”*

Nel corridoio delle Sale D'Avalos del palazzo Ducale di Martina Franca, dal 24 marzo 2017 al 19 aprile 2017, è stata esposta la mostra fotografica “*La Fontana si racconta*” messa a disposizione dall'AQP. Successivamente, in data 22 aprile, essa è stata esposta in Piazza XX Settembre a Martina Franca. La mostra è stata realizzata con alcune tra le più belle e rare immagini tratte dall'archivio storico dell'AQP.

*f) Attività di pulizia e valorizzazione delle fontanine*

Nella scheda di censimento delle fontanine sono state riportate le attività necessarie per il recupero, la pulizia e la valorizzazione ed in particolare:

- Pulizia preliminare che viene effettuata manualmente o con l'utilizzo di apposita attrezzatura idropulitrice per la rimozione di eventuali residui e incrostazioni sedimentate sia sulla fontanina che sulla pavimentazione;
- Sostituzione di eventuali pezzi mancanti;
- Pitturazione delle fontane con smalto di colore antracite simile alla colorazione originale;
- Pitturazione eventuale delle pareti limitrofe con pittura ad acqua di colore bianco;
- Apposizione di vasi in cemento armato di colore bianco, di forma trapezoidale, completi di elementi floreali, ove previsto nella rispettiva scheda;
- Apposizione di rastrelliera per bici da 4 posti ove previsto nella rispettiva scheda. La rastrelliera metallica è realizzata con pezzi di bici in disuso (cerchioni e manubri) oppure con materiali di recupero al fine anche di promuovere il riutilizzo di oggetti usati che diversamente sarebbero considerati dei rifiuti;



- Apposizione di targa metallica che richiami l'*Operazione chèp de firr*.

Per i pezzi di ricambio ci si è rivolti alla fonderia FRATELLI RUSCONI snc di Modugno che produce pezzi sul modello originale della fontana risalente al 1914.

#### g) *Affidamento in custodia*

Per ogni fontanina, le associazioni proponenti hanno individuato dei possibili custodi, preferibilmente titolari di attività, ai quali è stato chiesto l'impegno volontario di preservare le fontanine e di occuparsi almeno due volte l'anno del ripristino degli elementi floreali dei vasi ornamentali. A tale scopo è stato predisposto un fac-simile di lettera di intenti da sottoporre alla preventiva autorizzazione da parte dell'Amministrazione Comunale.

Le associazioni proponenti hanno l'onere di verificare periodicamente il rispetto degli impegni assunti dai custodi. Inoltre, nei casi in cui non sarà possibile individuare dei possibili custodi, saranno le stesse associazioni ad assumersi tale incombenza.

#### h) *Concorso fotografico e di ricerca*

È previsto il lancio di un concorso fotografico e di ricerca denominato "*Acqua è vita*" avente come tema l'acqua intesa come bene primario ed assoluto per la vita e la qualità della stessa. Il concorso sarà aperto a tutti. Si concorre con un portfolio, da un minimo di 3 foto ad un massimo di 9 foto corredate da una didascalia. Le immagini nella loro lettura devono raccontare una storia, uno stato d'animo, una visione che abbia come tema centrale l'acqua. Non saranno accettate foto modificate e/o corrette con programmi digitali. Le foto devono essere originali nella loro purezza, con naturali difetti ed eventuali difetti ed elementi invasivi e di disturbo. Il concorso è gratuito e saranno premiati i migliori tre concorrenti stabiliti da una giuria composta da tre persone esperte tra cui sicuramente il decano dei fotografi di Martina Franca sig. Benvenuto Messia, il quale ha già dato la sua disponibilità. La premiazione finale fungerà anche da momento conclusivo del progetto *Operazione chèp de firr*.

#### i) *Reperimento risorse finanziarie*

L'*Operazione Chèp de Firr* è stata sostenuta finanziariamente soprattutto dalle associazioni proponenti che si sono fatte carico dell'acquisto dei pezzi di ricambio necessari e del materiale di consumo. In occasione degli eventi pubblici collegati al progetto si sono ricevuti anche dei piccoli contributi volontari da parte di singoli cittadini e di aziende. Per alcune attività, piuttosto che richiedere dei contributi in denaro, sono stati individuati degli *sponsor tecnici* che si sono fatti direttamente carico del reperimento di



materiali e attrezzature per il decoro ornamentale delle fontanine. Inoltre, si sta anche cercando di avviare una forma di microfinanziamento collettivo denominato “crowdfunding” che mobilita dal basso persone e risorse.

I referenti del progetto sono Giuseppe Bonasia per la Pro Loco di Martina Franca, Pino Caramia per Slow Food Trulli e Grotte e per Progetto Popolare Giuseppe Salluce, Barbara Cavagnero e Angela Semeraro.



Promozione e incentivazione dell'utilizzo dell'acqua pubblica attraverso il recupero, la pulizia e la valorizzazione delle fontanine pubbliche di Martina Franca.





Immagini relative al Progetto Operazione *Chèp de firr* a Martina Franca; oltre la risistemazione delle fontanine pubbliche, il progetto prevede la realizzazione di iniziative per l'incentivazione dell'uso dell'acqua pubblica.





Progetto di recupero delle fontanine pubbliche a Martina Franca: prima fontanina risistemata in Piazza M. Pagano nei pressi della statua di San Francesco.



*...Laudato sii, o mio Signore,  
per tutte le creature,  
specialmente per messer Frate Sole,  
il quale porta il giorno che ci illumina  
ed esso è bello e raggiante con grande splendore:  
di te, Altissimo, porta significazione.  
Laudato sii, o mio Signore,  
per sora Luna e le Stelle:  
in cielo le hai formate limpide, belle e preziose.  
Laudato sii, o mio Signore, per frate Vento  
e per l'Aria, le Nuvole, il Cielo sereno ed ogni tempo  
per il quale alle tue creature dai sostentamento.  
Laudato sii, o mio Signore, per sora Acqua,  
la quale è molto utile umile, preziosa e casta.  
Laudato sii, o mio Signore, per frate Fuoco,  
con il quale ci illumini la notte:  
ed esso è robusto, bello, forte e giocondo.  
Laudato sii, o mio Signore, per nostra Madre Terra,  
la quale ci sostiene e governa e produce  
diversi frutti fiori ed erba...*

**dal Cantico delle Creature  
di San Francesco d'Assisi**



# ACQUA COMUNI E AGRICOLTURA: VERSO CITTÀ “WATER SENSITIVE”

Massimo Monteleone, Anna Rita Bernadette Cammerino  
*Dipartimento di Scienze Agrarie, degli Alimenti e dell’Ambiente,  
Università di Foggia.*

*Ciò che oggi è vitale non è soltanto apprendere,  
non è soltanto riapprendere,  
non è soltanto disapprendere,  
è riorganizzare il nostro sistema mentale  
per riapprendere ad apprendere  
Edgar Morin, Il Metodo, Milano, 1983*

## 1. Introduzione

La grave crisi ecologica che stiamo attraversando ha un carattere “epocale”. Siamo nel pieno del cosiddetto “antropocene” <sup>[1]</sup> e le prospettive di un ulteriore sviluppo mostrano un freno in conseguenza delle alterazioni ecologico-ambientali che noi stessi abbiamo provocato a scala planetaria. I “limiti” operativi che il pianeta può concederci sono stati oramai ampiamente superati con riferimento ad alcuni fondamentali processi planetari <sup>[2]</sup>; pensare di procedere oltre in questa direzione sarebbe un suicidio. Genera sconforto prendere atto che queste emergenze sono state chiaramente evidenziate fin dagli anni ’70 del secolo scorso <sup>[3]</sup> e le sollecitazioni ad un “cambiamento di rotta” sono state pressanti ancorché inascoltate. Nel complesso, le sfide che le nostre società (non abbastanza evolute da “far pace col pianeta” <sup>[4]</sup>) debbono affrontare (possibilmente trovando rapide e praticabili soluzioni) riguardano il triplice intreccio (“nexus”) fra problema alimentare, energetico ed ambientale (fig. 1). A tal riguardo, infatti, si parla di un inestricabile “trilemma” <sup>[5]</sup>.

All’origine di tutto sta però la nostra crescita demografica esponenziale che si è resa possibile proprio in virtù del sistematico sfruttamento delle risorse planetarie. Il problema alimentare riguarda la capacità di riuscire a provvedere al sostentamento di una popolazione in pressante aumento; il problema energetico riguarda la progressiva contrazione delle riserve energetiche fossili e la necessità di una rapida quanto integrale transizione alle fonti rinnovabili; in ultimo, il problema ambientale è la conseguenza della crescente pressione esercitata dall’uomo sul “capitale naturale” che, superando la soglia di guardia, arreca danni anche al nostro benessere ed alla nostra salute. Considerando gli impatti più rilevanti, occorre riferirsi in



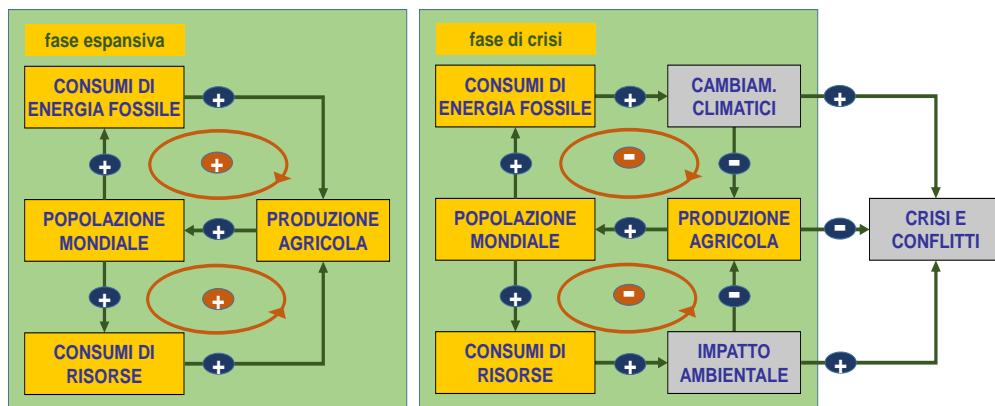


Fig. 1. I “driver” (alimentare, energetico ed ambientale) in interazione fra loro sono inizialmente in grado di generare condizioni espansive (a sinistra). Quando però si raggiungono i “limiti” ambientali si instaurano crescenti condizioni di conflitto e crisi a scala planetaria. Il segno positivo evidenzia effetti concordi, mentre quello negativo effetti discordi dei fenomeni d’interazione. L’anello retroattivo che consegue all’interazione multipla fra i fattori è indicato in colore marroncino.

primo luogo ai processi di alterazione climatica, capaci di generare sconvolgimenti profondi a carico degli ecosistemi terrestri e, di conseguenza, anche alla nostra economia (se non riusciremo a contenere il riscaldamento medio terrestre entro il valore limite di 1,5 °C [5]).

La popolazione mondiale continua la sua crescita esponenziale e la pressione demografica si esercita prevalentemente sulle città (alcune delle quali divenute metropoli, altre “megalongopoli”, accentuandosi il processo di *urban sprawl*). Per contro, le aree rurali, quelle interne, di collina e montagna, sono colpite da un fenomeno di progressivo esodo e conseguente abbandono. Con l’avvio del nuovo secolo, la popolazione urbanizzata a scala mondiale ha superato quella rurale e tale forbice tende ad allargarsi ulteriormente (fig. 2). Nelle società più industrializzate questo “viraggio” è avvenuto ancor prima che a scala mondiale e si va acutizzando.

## 2. L’evolversi delle relazioni città-campagna

Un *continuum* rurale-urbano contraddistingue ormai vaste porzioni del territorio (fig. 3) per cui non è più dato osservare una ripartizione netta fra aree urbane ed aree aperte (quelle in cui l’attività agricola è prevalente o si riscontra la presenza di aree naturali residue).



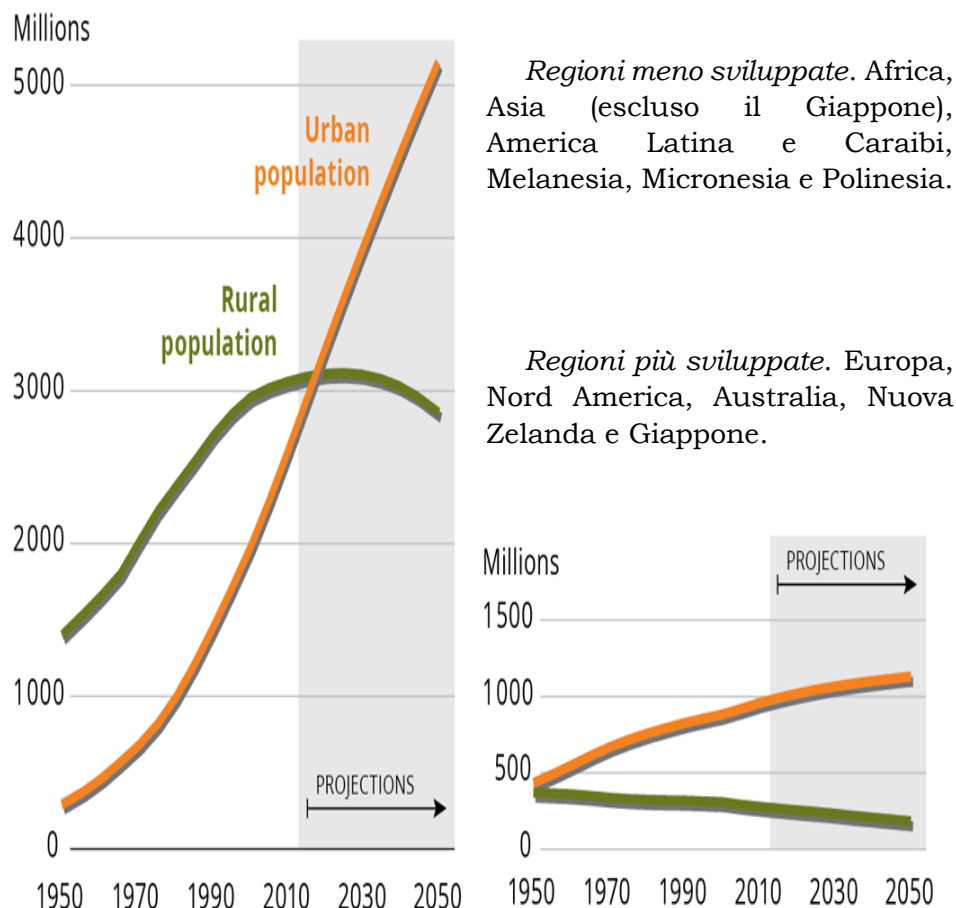


Fig. 2. Cambiamenti della popolazione urbana rispetto a quella rurale osservati dal 1950 al 2010 e previsti fino al 2050 (from the European Environmental Agency:

<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/urban-and-rural-population-in>)

Un “gradiente” urbanistico contrassegna il passaggio dai caratteri della grande città a quelli del centro urbano di medie o piccole dimensioni, fino agli agglomerati di villaggio che hanno prevalente carattere rurale. Ne consegue che le problematiche demografiche, socio-economiche, ambientali ed energetiche debbono oggi tenere in grande considerazione questa “miscela” di connotazioni, nonché la “gradualità” di transizione da un contesto all’altro.



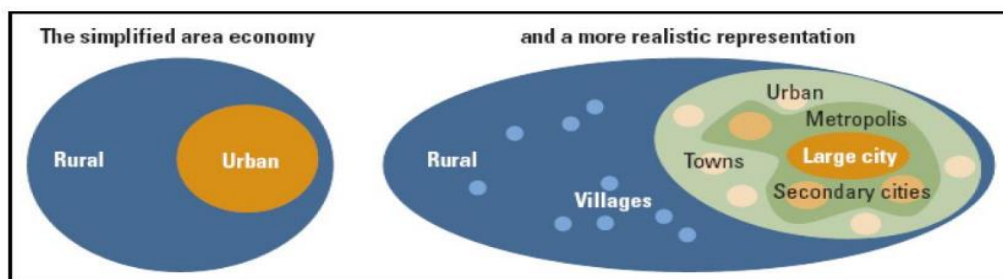


Fig. 3. Confronto fra due contrapposti modelli di rapporto fra ambiente urbano e rurale. Nel primo (a sinistra), le relazioni sono nettamente dicotomiche; nel secondo (a destra), si instaura una condizione “fuzzy”, ossia indistinta ed un continuum contraddistinto dalla presenza di “frange” periurbane. Immagine tratta da: World Bank, 2013. Global Monitoring Report: Rural-Urban Dynamics and the Millennium Development Goals.

Giustamente si parla di “frangia” periurbana, ad indicare la forma tipica che la città assume quando cresce in modo disgregato. Le formazioni urbane sono in tal caso costituite da un certo numero di centri abitati compatti congiunti da tessuti edilizi disgregati che si propagano dalle loro periferie e nelle cui maglie sono stati progressivamente inglobati residui di mosaici agricoli. È pertanto difficile riconoscere le peculiarità connotative dello spazio urbano, così come dello spazio rurale o naturale. Si tratta, in realtà, di una forma evolutiva (o “de-evolutiva”) verso forme sicuramente più complesse in cui si riscontrano molteplici contaminazioni. Non si tratta né di città, né di campagna, bensì di spazi “cuscinetto” fra l’ambiente urbano e quello naturale, attraversati da vettori d’impatto diversi da quelli generatisi esclusivamente in ambiente urbano o rurale.

Tali “frange” sono il luogo dove campagna e natura sono intrecciate con il costruito della città. La loro caratteristica inconfondibile è quella di essere costituite da un mosaico di aree verdi “insularizzate” nelle maglie della rete infrastrutturale che la città distende sulla corona agricola. «La frangia periurbana ha una peculiarità che la distingue dal resto del territorio: essa è il luogo dove la città decentra attività ad essa indispensabili ma ambientalmente incompatibili con lo spazio residenziale urbano. In quanto indispensabili, queste attività devono localizzarsi vicino alla città, in quanto incompatibili devono localizzarsi al di fuori di essa: ciò spiega come la frangia periurbana sia il luogo dove esse finiscono per confluire [7]». Ciò chiama in causa il concetto di “metabolismo urbano” [8] che, mutuato dall’ecologia ed applicato al sistema della città (acentrica o policentrica), fa registrare oggi interessanti applicazioni; ci si riferisce a quel modello



“metaforico” che analizza i flussi di materiali ed energia fra la città ed il suo contesto territoriale, nonché i processi trasformativi all’interno della città, conseguenti alle attività produttive e di consumo che in essa si svolgono [9]. Occorre rimarcare che il metabolismo urbano incentrato sul corrente modello di sviluppo è del tutto “parassitario” (fig. 4): la città divora risorse ed energia, inquina e deturpa l’ambiente circostante con i suoi scarichi e rifiuti, secondo un approccio manifestamente “lineare” che assume la illimitatezza delle risorse in entrata (*sink*) così come dei rifiuti in uscita (*source*).

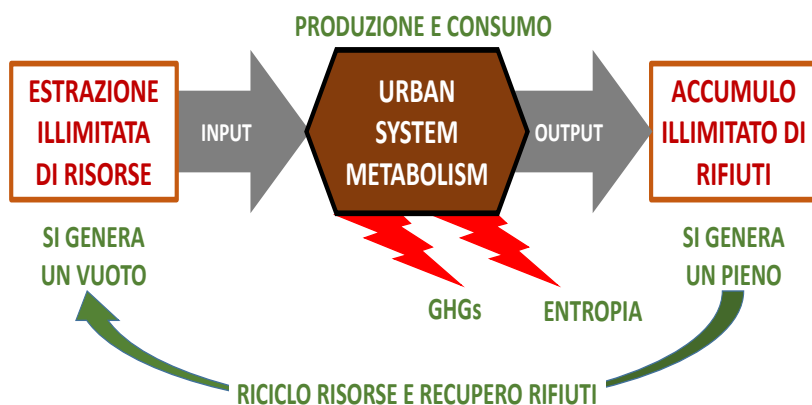


Fig. 4. Il “metabolismo urbano” presiede agli scambi di energia e materia fra l’ambiente interno alla città ed il suo contesto esterno, nonché racchiude tutti i processi di trasformazione, ossia di produzione e consumo. La città esplica un’eminente funzione “parassitaria” nella misura in cui consuma risorse (input) e riversa scarti e rifiuti (output) nell’ambiente esterno ad essa. La linearità di questa relazione evidenzia l’insostenibilità ecologica di tale processo che, pertanto, richiama la necessità di interventi di riciclo e recupero. Anche le emissioni di gas ad effetto serra (GHG – greenhouse gas) debbono essere ridotte ai minimi termini adottando specifiche misure di mitigazione.

La città, pertanto, similmente a qualsiasi sistema ambientale ed ecologico, può essere equiparata ad un sistema vivente che esplica un suo proprio metabolismo, ossia il complesso di reazioni biochimiche di sintesi (anabolismo) e di degradazione (catabolismo) che ne determinano il mantenimento, il rinnovamento (*turn-over*) e l’accrescimento [10].

Le città sono quindi degli ecosistemi (anche se a dominante interferenza antropica) ed in quanto tali si “nutrono” di risorse (consumano acqua, alimenti, energia, ecc.), trasformano tali risorse in energia realizzando un proprio metabolismo, generano dei cataboliti specifici, ovvero reflui e rifiuti responsabili di alterazioni ambientali ed inquinamenti, emettono CO<sub>2</sub> ed altri gas clima-alteranti. Comprendere questi flussi e queste trasformazioni



consente di gestire tale metabolismo in modo da attutire le perturbazioni e ridurre gli impatti al meglio delle possibilità.

L'espansione delle città, inoltre, unitamente al complesso delle infrastrutture di servizio ad essa associate, erode progressivamente le aree peri-urbane (si parla a riguardo di “consumo di suolo”).

In genere queste aree sono quelle contraddistinte da un'elevata qualità agraria dei suoli, perciò un tempo destinate all'esercizio agricolo che riforniva la città ed i suoi abitanti. Analogamente succede con riferimento alla “matrice agricola” del mosaico territoriale. Progressivamente i campi coltivati attorniano, circondano e poi “comprimono” gli spazi naturali residui che, inevitabilmente, subiscono un'azione crescente di alterazione in rapporto diretto alle loro limitate dimensioni (fig. 5).



Fig. 5. Il Parco Naturale Regionale “Bosco Incoronata” (Foggia) così come appare oggi, completamente circondato dal mosaico geometrico dei campi agricoli che ne comprimono i confini in assenza di qualunque interposizione di fasce “cuscinetto”. Il bosco e le praterie sono interamente compresi fra l'attuale (a Nord) ed il vecchio (a Sud) alveo del fiume Cervaro che funge da corridoio ecologico. Ad Est il “Borgo Incoronata, a Nord i primi insediamenti dell'area industriale. La città di Foggia è a meno di 10 km di distanza in direzione Nord-Ovest.



### 3. La gestione ecosostenibile delle aree urbane e le risorse idriche

Se, come detto, gran parte dell'aumento demografico mondiale ha luogo nelle aree urbane, ora e nei decenni a venire, la corretta gestione delle città è una delle sfide più urgenti e complesse che occorre affrontare. L'approvvigionamento sicuro di *acqua potabile*, la fornitura di adeguati *servizi igienico-sanitari* ed il provvedere ad un efficiente sistema di *drenaggio delle acque piovane* sono aspetti essenziali della pianificazione urbana per raggiungere l'obiettivo di generare città vivibili e ben funzionanti.

Le risorse idriche, similmente alle altre risorse ecologiche impiegate in ambito urbano, sono contraddistinte da un mero processo "lineare" di sfruttamento, articolato nelle fasi di approvvigionamento, utilizzo, depurazione e rilascio ambientale (si torni ad osservare la fig. 4). Pochi e saltuari, ad oggi, sono stati i tentativi di stabilire flussi circolari di riutilizzo delle acque reflue e di recupero dei nutrienti in esse presenti. Molta energia è spesa nei processi di sollevamento e messa in pressione delle acque da destinare sia all'impiego civile che agricolo; molta energia, d'altro canto, è investita nel processo di depurazione delle acque. Inoltre, processi di sovrasfruttamento e degrado qualitativo delle acque limitano drasticamente le risorse idriche ancora disponibili.

Diversamente, una stretta associazione (potremmo dire "simbiotica") fra il metabolismo urbano e quello agrario consentirebbe ampi risparmi idrici ed energetici, una considerevole riduzione delle emissioni clima-alteranti, la salvaguardia di risorse prossime all'esaurimento (come ad esempio il fosforo), il recupero di altri nutrienti la cui sintesi industriale costituisce un processo energeticamente assai costoso (il riferimento è alla forma reattiva dell'azoto così come ottenuto dall'azoto molecolare atmosferico tramite il processo di Haber-Bosh <sup>[11]</sup>).

Forme innovative di gestione delle acque o, per meglio dire, del *sistema idrico integrato*, possono contribuire a definire una gamma di "*best practice*" utili ed esemplari che diventano oggetto di verifica applicativa tramite esperienze "pilota". Ciò detto, queste esperienze debbono però inserirsi entro un quadro strategico di più ampia e complessiva portata, in grado di definire *nuovi criteri di gestione* ed *efficaci linee guida* per conseguire miglioramenti efficaci e duraturi. *Esperienze singole ed isolate, ancorché esemplari, non consentono di evidenziare il sostanziale livello d'integrazione che queste soluzioni debbono avere fra loro ed in rapporto al territorio in cui sono inserite.*



#### 4. Sistemi idrici urbani: verso un approccio integrato

La definizione di un quadro strategico più generale entro cui innestare innovazioni ecosostenibili tecnologicamente avanzate fa appello alla necessità di conseguire un vero e proprio “cambiamento di paradigma” che, prima ancora d'intervenire sul piano meramente tecnico, sappia elaborare e promuovere nuovi modelli di “cultura” tecnico-scientifica e strumenti innovativi di pianificazione partecipata. [Quel “riapprendere ad apprendere” espresso da Edgar Morin e riportato in epigrafe]. Occorre cioè «de-mitizzare» alcuni pilastri concettuali su cui si è costruito l'impianto tecnologico convenzionale (ovvero il «paradigma» classico, culturalmente consolidato) e delineare idonee alternative di gestione integrata delle risorse idriche.

Di seguito, si vuole applicare questo approccio a tre ambiti “target” del sistema di gestione delle acque, ciò che consente di meglio comprendere la reale “portata” del cambiamento tecnico-scientifico verso cui si dovrebbe procedere:

- la «sicurezza idraulica» del territorio;
- la «sanitizzazione» delle acque reflue;
- la «centralizzazione» dei sistemi di trattamento delle acque dettata dal principio delle economie di scala positive.

Il modello convenzionale (quello contraddistinto da centralizzazione, gigantismo, poco versatile ed elastico, costoso ed inefficiente, formato da compartimenti monofunzionali) è ormai desueto e manifesta una serie di limitazioni non più emendabili. Esso però tende ad essere replicato per inerzia, comodità, a seguito di investimenti infrastrutturali pregressi che condizionano largamente le scelte da intraprendere. Dissociarsi da esso è un processo ancora difficile, richiederebbe una maggiore determinazione. La cosiddetta “*sindrome del Concorde*” incombe <sup>[12]</sup>. Tale sindrome si genera quando l'impostazione tecnico-scientifica assegnata ad un determinato progetto o ad un piano strategico si rivela obsoleta in quanto non riflette più la percezione che la società avverte riguardo al problema che si intende risolvere.

Tre sono, sostanzialmente, i sistemi idrici che innervano le città, rispettivamente le reti di adduzione (approvvigionamento idrico), quelle di scarico e depurazione (acque nere e grigie), quelle di regimazione e smaltimento (in caso di eccessi dovuti a calamità). Questi sistemi non “dialogano” fra loro, al contrario gli effetti negativi che agiscono sull'uno possono ripercuotersi anche sugli altri, generando un livello elevato di vulnerabilità del sistema complessivo. Occorre pertanto superare questa visione a compartimenti chiusi che contraddistingue la gestione del sistema idrico attuale. Esso si definisce “integrato” ma l'approccio adottato è



meramente riduttivo e tende a separare ciò che, invece, andrebbe gestito in modo congiunto, sviluppando adattamento, resilienza, sinergie, processi di autopoiesi.

Il salto culturale oggi richiesto attiene a differenti strategie che fanno appello ad un medesimo “sentire”, chiamiamola pure una “visione” alternativa che, nel suo complesso, definisce una nuova strategia di governo e gestione dei sistemi idrici a scala territoriale. Pertanto, analizzeremo di seguito, in estrema sintesi e per i tre ambiti precedentemente introdotti, i limiti che occorre superare per cimentarsi in un approccio nuovo, il più possibile sensibile alle “ragioni della natura”.

## **5. La sicurezza idraulica del territorio: verso un approccio naturalistico**

La sicurezza idraulica del territorio e la gestione del rischio devono rispondere non più primariamente a criteri ingegneristici che conducono, ad esempio, all’artificializzazione del corso d’acqua (innalzamento di argini, cementificazione del letto, rettificazione del percorso ed altre opere idrauliche), bensì cedere il passo ad una concezione naturalistica del controllo delle portate (incentrata su casse d’espansione, laminazione, derivazione, rinaturalizzazione delle sponde, salvaguardia dei sistemi ecologici acquatici e ripariali, ecc.).

Il *rischio* associato ad un particolare evento calamitoso (nel nostro caso, ad esempio, un evento di esondazione di un corso d’acqua) si valuta sulla base della conoscenza del *danno* (D), gravità o magnitudo, che l’evento può causare nonché della *probabilità* (P) che l’evento stesso possa verificarsi (anche detta pericolosità); di frequente la relazione viene completata anche inserendo un terzo fattore, rappresentato dalla *vulnerabilità* del bene che si intende proteggere (V). Il rischio, pertanto, si ottiene dal prodotto di questi tre fattori; ossia:  $R = D * P * V$ . Gli interventi di gestione del rischio devono quindi puntare a ridurre il rischio associato all’evento fino ad un valore “tollerabile” od “accettabile”, ossia occorre fare in modo che il rischio ancora “residuo” sia considerato non significativo (dunque accettabile). Per ottenere questo risultato è possibile intervenire ponendo in essere due differenti strategie, opposte ma complementari.

L’approccio eminentemente “ingegneristico” punta ad agire sulla componente “P”, ovvero ridurre la probabilità che l’evento calamitoso si verifichi, per esempio agendo sull’altezza degli argini del fiume ed eseguendo interventi di rialzo che proteggono le aree circostanti da valori limite di altezza d’acqua ancora più elevati (sebbene meno frequentemente osservati). È questa una strategia a carattere “preventivo”, per cui possiamo dire che l’obiettivo della “sicurezza idraulica” relativa ad un territorio è



definito statisticamente e si basa sul calcolo del “tempo di ritorno” dell’evento calamitoso; lo scopo, pertanto, è quello di contenere la pericolosità alluvionale, ossia evitare che il fenomeno si verifichi.

Riguardo alla strategia di “messa in sicurezza” del territorio, la conseguenza che è dato osservare a seguito della valutazione del rischio porta spesso ad evidenziare un effetto “contro-intuitivo” (come rappresentato in fig. 6). Infatti, l’aumento dell’altezza degli argini riduce la probabilità del verificarsi dell’evento esondativo (per cui P passa dal valore di 3 a 0,6); la condizione di maggiore sicurezza conseguita induce però a realizzare a ridosso del fiume degli interventi edilizi (prima non presenti) che hanno come effetto un considerevole incremento del danno che potrebbe conseguire nel caso in cui si verificasse l’evento temuto (D, infatti, passa dal valore di 0,4 al valore di 4). Complessivamente, quindi, si osserva che la stima del rischio invece di diminuire è persino aumentata (R quindi passa dal valore 1,2 al valore 2,4 – sempre avendo a riferimento la fig. 6).

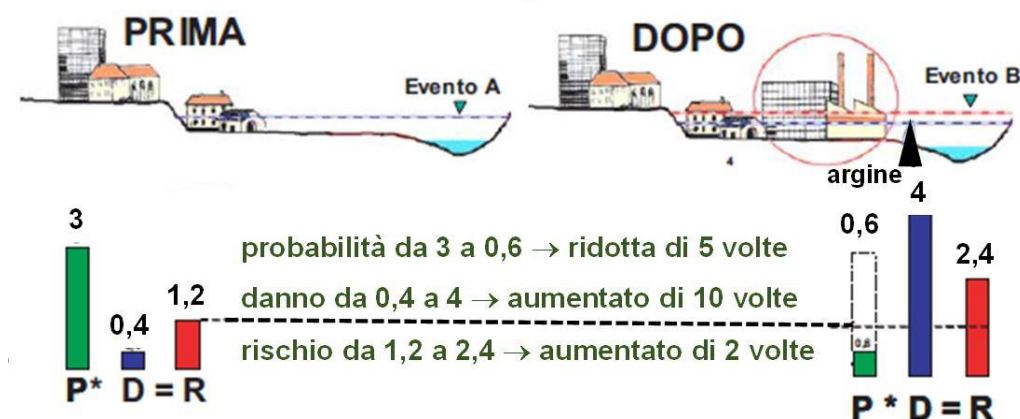


Fig. 6. Confronto fra condizione “ex-ante” ed “ex-post” di innalzamento di un argine che conferisce maggiore sicurezza idraulica riducendo sensibilmente la probabilità di esondazione (P). Purtroppo, la conseguente edificazione nell’area immediatamente a ridosso dell’argine determina un notevole innalzamento del valore del danno per cui, complessivamente, il rischio  $\mathbb{R}$  risulterà aumentato e non diminuito, compromettendo l’esito atteso dall’intervento di arginatura del fiume. Immagine tratta dal volume CIRF (2006), pag. 95 [13].

Diversamente, l’approccio “naturalistico” (chiamiamolo così per semplicità) punta ad agire sensibilmente sui fattori connessi ai termini D e V dell’equazione del rischio idraulico, riducendone il valore. L’intervento, cioè,



ha un eminente carattere “protettivo”, ossia punta a contenere al minimo i danni che possono conseguire dal verificarsi dell’evento, la cui frequenza di accadimento però non viene modificata (cioè  $P$  rimane inalterato). Questo ragionamento, estremo ma realistico, evidenzia l’insufficiente efficacia di considerare come unico termine di riferimento la “sicurezza idraulica” conseguibile tramite interventi finalizzati a modificare direttamente le caratteristiche di portata idraulica del fiume.

Le arginature, inoltre, riducono la capacità di laminazione delle acque e gli effetti a valle dell’argine sono, in conseguenza, anche peggiori. Esse richiedono notevoli capitali d’investimento ma non sono durature; sono di frequente danneggiate dalla forza d’urto dell’acqua e richiedono frequenti e



Fig. 7. Esempi di arginatura lungo il fiume Cervaro (Foggia) che rivelano, da un lato, la completa artificializzazione dell’alveo e, dall’altro, l’elevata vulnerabilità di queste strutture che, in caso di portata di piena, subiscono l’impatto delle acque e tendono a crollare, producendo ostacolo al libero fluire delle acque.

costosi interventi di manutenzione (fig. 7).

Briglie ed argini accelerano il decorso delle acque e trasferiscono il danno potenziale più a valle. L’obiettivo delle opere di difesa idraulica è quello di allontanare l’acqua in eccesso il più rapidamente possibile intervenendo sulla conformazione dell’alveo mediante opere ingegneristiche<sup>[13]</sup>.

Risagomature, riprofilature, rettifiche, taglio della vegetazione spondale, cementificazione degli argini determinano un’accelerazione dei deflussi ed una concentrazione dei picchi di piena, ciò che accresce, invece che diminuire, i rischi di inondazione nelle aree a valle degli interventi (fig. 8). Dall’osservazione della figura 8 (riquadro a sinistra) risulta evidente che lo sviluppo delle arginature, impedendo la laminazione, produce un incremento dei livelli idrometrici, accrescendo la pericolosità complessiva



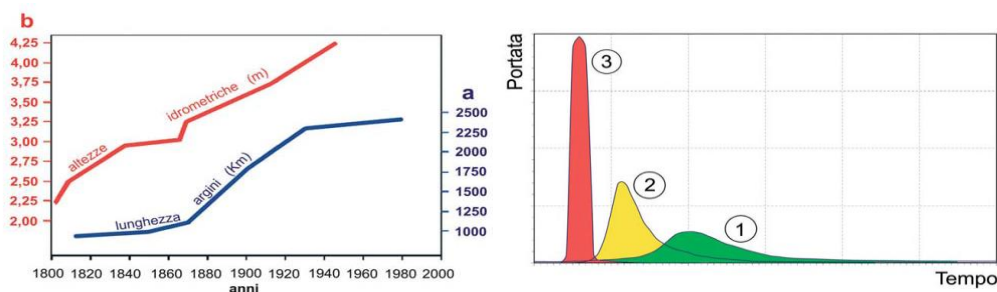


Fig. 8. Relazione tra lo sviluppo delle arginature ed incremento delle altezze idrometriche dei colmi delle massime piene (a sinistra). Idrogramma di piena in un bacino in condizioni naturali (1) e dopo un'artificializzazione media (2) ed estrema (3). Grafici tratti dal volume CIRF (2006), pag. 93 e 94 [13].

di esondazioni a valle [13]. Inoltre, osservando il riquadro a destra, si nota che a parità di volume idrico complessivamente defluito (l'area sottesa a ciascuna curva di picco) il flusso che si realizza in condizioni naturali (1) è molto più graduale nel tempo ed avviene secondo portate più ridotte; al contrario di quanto avviene allorché si ricorra ad una artificializzazione dell'alveo (come illustrato nel caso 2 e 3). L'artificializzazione (sia essa dovuta alla canalizzazione dell'alveo od alla impermeabilizzazione del territorio o ad entrambi) induce l'accentuazione dei picchi di piena a causa della riduzione dei tempi di corrivazione, l'accelerazione della corrente idrica ed una marcata accentuazione dei deflussi [13].

Per ridurre i picchi di piena occorre rallentare la corrente dell'acqua e non il contrario. Ciò significa ricorrere ad una "riqualificazione" del corso d'acqua e delle sue sponde, secondo alcuni fondamentali principi orientativi di seguito brevemente illustrati.

- Ridare "spazio" ai corsi d'acqua conseguendo così una maggiore sicurezza idraulica, tramite laminazione delle piene e dissipazione dell'energia erosiva.
- Ridurre la pressione artificiale ed antropica attraverso una rinaturalizzazione degli alvei e delle aree golenali (fig. 9). Evitare la realizzazione di briglie, argini, terrapieni; favorire, invece, la creazione di aree golenali libere e casse di espansione con insediamento di piante spontanee (erbacee, arbustive ed arboree).
- Rallentare il flusso idrico favorendo la formazione di meandri (l'opposto della "rettificazione") ed accentuando la scabrezza del letto fluviale.



In sintesi, occorre superare l'illusione che la soluzione esclusiva al problema di far fronte agli eventi di esondazione sia quella di “mettere in sicurezza” tutto il territorio tramite interventi meramente “ingegneristici” (sarebbe comunque impraticabile e troppo dispendioso).



Fig. 9. Coltivazioni realizzate all'interno dell'alveo del fiume Cervaro (Foggia). In questo caso sono colture erbacee ma di frequente sono anche impianti arborei (quindi a carattere permanente). Come si osserva, non vi è soluzione di continuità fra il coltivo ed il corso d'acqua. Allorché sopraggiunga il regime di piena, di frequente il fiume si riprende il suo “spazio” ed allaga i campi coltivati, provocando la disapprovazione degli agricoltori e la sollecitazione a realizzare sistemi di arginatura. Trattasi di un classico conflitto d'uso del suolo.

Non serve accanirsi sul fiume con l'idea di “addomesticarlo” ad ogni costo, vincolandone il percorso e fissandone rigidamente le sponde. Al contrario, occorre accettare di “convivere con il rischio” stabilendo però tutte le condizioni che possono contenere la gravità del danno, superare gli aspetti di maggiore vulnerabilità territoriale, favorire un rapido ripristino dello stato “ex ante” (ossia una vera “resilienza”, termine spesso abusato fuori dal suo corretto contesto applicativo). Questa è la “filosofia” che andrebbe favorita, costruendo progressivamente quel nuovo paradigma a cui prima si è fatto riferimento.

## **6. Per una “sustainable sanitation”**

I consumi idrici dovrebbero svincolarsi da una condizione tutta protesa alla garanzia di un approvvigionamento idrico strettamente in linea coi consumi pro-capite stimati e parametrati rispetto ad un livello massimo di



qualità dell'acqua (ossia quello di grado potabile). Occorre invece introdurre schemi di approvvigionamento ed uso idrico molto più flessibili, capaci di modulare le qualità idriche in base alle tipologie di consumo, in grado d'implementare sistemi di depurazione idrica meno complessi ed a carattere territorialmente "distribuito", per esempio sostenendo e valorizzando al meglio le capacità auto-depuranti dei corsi d'acqua, allorché siano ripristinate le sue funzionalità ecologiche, ed il suo corso (letto ed alveo) siano stati adeguatamente rinaturalizzati tramite la presenza di sistemi "tampone" (*buffer strip*), aree umide, complessi vegetazionali di ripa, sistemi fitodepuranti, acque di transizione rivegetate, sistemi "tidal", ecc. Un ulteriore principio guida è quello di trattare insieme la depurazione delle acque ed il recupero dei nutrienti da destinare all'attività agricola, così provvedendo a stabilire una circolazione virtuosa fra i due comparti territoriali, città e campagna rispettivamente.

Gli impianti di depurazione delle acque dovrebbero seguire le indicazioni della "*sustainable sanitation*" (o gestione "sostenibile" delle acque e degli scarichi), ovvero ridurre a monte i consumi idrici (sia attraverso il risparmio che mediante forme di captazione delle acque di pioggia) per poi recuperare gli elementi fertilizzanti contenuti nelle acque di scarico, consentire il riciclo produttivo delle acque reflue depurate, separare e trattare in modo differenziato le acque grigie (frazione idrica non contaminata da materiale fecale) rispetto a quelle nere (impiegate per allontanare il materiale di origine fecale). Le prime possono essere riutilizzate in molti modi, anche all'interno delle abitazioni (scarichi WC, lavaggio di superfici interne ed esterne, innaffiamento); le acque nere, invece, che contengono nutrienti preziosi per l'agricoltura, possono essere impiegate nell'irrigazione di piante o colture agrarie, dopo averne eliminato i patogeni potenziali <sup>[14]</sup>. Si cerca, in ogni caso, di effettuare un decentramento degli impianti di depurazione, operando a piccola scala, ciò che permette di depurare e riutilizzare le acque localmente, minimizzando la circolazione "artificiale" dell'acqua, prelevandola il meno possibile e restituendola il più vicino possibile al punto di prelievo (fig. 10). Occorre, inoltre, ridurre drasticamente i costi unitari di depurazione, aumentare per contro l'efficacia e l'efficienza del processo depurativo, risolvere una volta per tutte il problema dei fanghi di esubero degli impianti di depurazione delle acque civili ed industriali che dovrebbero essere prodotti in minima quantità e massima qualità per poter essere convenientemente oggetto di valorizzazione produttiva (per esempio come ammendante agricolo, una volta compostati o, al limite, stabilizzati) esente da impatti ambientali. Particolare rilevanza assumono le tecniche di fitodepurazione che garantiscono una maggiore duttilità di trattamento delle acque e sono gestibili in modo decentrato e a basso costo.

I sistemi convenzionali di *sanitation* evidenziano alcuni cruciali punti di



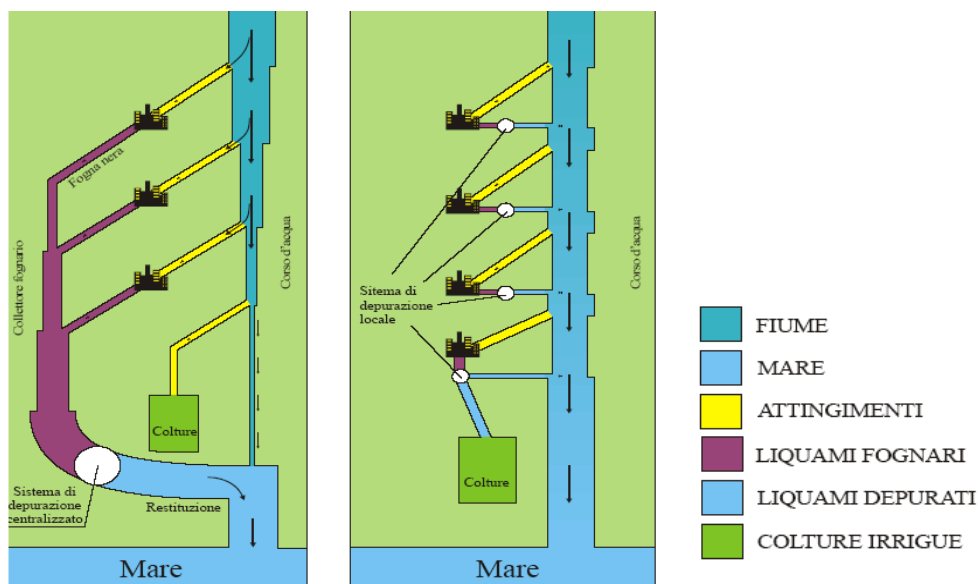


Fig. 10. Confronto fra due scenari alternativi di depurazione delle acque: strategia “centralizzata” (a sinistra) e strategia “distribuita” (a destra). Per un approfondimento si rimanda al testo [16].

debolezza, come di seguito schematizzato [15]:

- implicano consumi elevati di acqua;
- non considerano la necessità di riequilibrare i cicli biogeochimici e, pertanto, non favoriscono il riuso dell’acqua così come quello dei fertilizzanti contenuti nelle acque di scarico;
- inducono la commistione di modesti quantitativi di materiale fecale (ad elevato rischio igienico-sanitario) con elevati volumi d’acqua, così contaminando i corpi idrici recettori con agenti patogeni, ciò che amplifica il rischio sanitario;
- sono in genere assai vulnerabili in caso di eventi calamitosi e, in particolare, nell’evenienza di condizioni meteoriche estreme, in quanto i sistemi fognari convenzionali (a reti miste) e gli invasi di depurazione rilasciano elevati volumi d’acqua di scarico attraverso gli scolmatori di piena ed i *bypass* degli impianti, per cui acque non trattate vengono riversate nei corsi d’acqua e permeano il territorio circostante.

Diversamente, i sistemi incentrati sulla *sustainable sanitation* presentano una serie d’importanti vantaggi o punti di forza [15]:

- sono progettati per ridurre i consumi idrici (*demand side management*) e per riutilizzare le acque reflue ed i fertilizzanti in esse



disciolti;

- sono spesso imperniati sulla separazione alla fonte del materiale fecale, per garantire i massimi standard di sicurezza igienico-sanitaria ed evitare la contaminazione dei corpi idrici recettori;
- sono flessibili e adattabili alle diverse situazioni culturali e socioeconomiche che possono manifestarsi e ciò avviene mediante il ricorso a tecnologie semplici ovvero complesse, a seconda delle specifiche circostanze applicative;
- permettono il riuso delle acque in modo economico, separando e trattando in modo differenziato le *acque grigie* e la frazione delle acque domestiche non contaminata da materiale fecale;
- adottano tecnologie applicabili in modo decentrato e capaci di essere molto efficaci a costi comunque assai contenuti.

## **7. Trattamento delle acque: verso la “decentralizzazione” degli impianti**

La presenza di economie di scala positive (ossia il contrarsi del costo medio unitario del processo al progressivo aumentare della capacità di lavoro di un impianto) conduce alla centralizzazione dei servizi, alla concentrazione dei processi ed al “gigantismo” degli impianti, compresi quelli destinati al trattamento delle acque ed alla loro depurazione. Troppo spesso, però, il mero calcolo economico non tiene in debito conto le inefficienze connesse alla gestione dei grandi impianti, sicuramente di più complicato controllo rispetto agli impianti di più modeste capacità di lavoro, nonché la notevole complessità impiantistica e tecnologica che richiede maggiori competenze ed un pressante monitoraggio del loro funzionamento (a volte trascurato). A ciò si aggiunga un ulteriore tratto distintivo, oltremodo rilevante, che contraddistingue i “grandi” impianti rispetto ai “piccoli”, ossia il generarsi di “diseconomie” che vengono “esternalizzate”, ovvero fatte gravare sulla collettività e non sono in realtà imputate alla gestione dell’impianto medesimo. Queste diseconomie si concretizzano in impatti ambientali e conseguenti aggravii di costo che sono, il più delle volte, la conseguenza di dover procedere al collettamento ed al trasporto delle acque destinate al depuratore nonché alla successiva restituzione delle acque depurate ai recapiti naturali.

In particolare, la fig. 10 pone ben in evidenza lo squilibrio idrologico che si determina nelle portate dei corsi d’acqua allorché si adotti una soluzione “centralizzata” rispetto a quella “distribuita” <sup>[16]</sup>. La depurazione centralizzata, con restituzione unica delle acque trattate solo in prossimità della foce del fiume, impoverisce progressivamente la portata del corso d’acqua a causa dei prelievi idrici in sequenza. Ciò predispone il verificarsi di crisi idriche e l’instaurarsi di regimi di “magra” del fiume (perfino una



condizione di “secca”). Nel caso della depurazione “distribuita”, invece, la portata sottratta a monte viene restituita al corso d’acqua immediatamente a valle, ovvero subito dopo ciascun utilizzo, a seguito di un trattamento depurativo presso impianti di modesta capacità ma numerosi e dislocati lungo il percorso fluviale. Ciò implica che la portata idrica in alveo sia mantenuta sufficiente ed adeguata, favorendo il mantenimento degli ecosistemi fluviali e di ripa e la loro idonea funzionalità.

## **8. “Rinaturalizzare” i corsi d’acqua e riqualificarne gli ecosistemi**

Il corso d’acqua e le sue sponde formano ecosistemi di rilevante naturalità (sebbene siano spesso fortemente antropizzati), costituiscono corridoi funzionali a ristabilire la connettività ecologica del territorio, non sono di certo un mero canale di adduzione idrica le cui acque possono essere indiscriminatamente impiegate secondo necessità e senza il minimo riguardo al “deflusso minimo vitale”. Gli ambienti acquatici e ripariali forniscono essenziali servizi ecosistemici incentrati su funzioni di regolazione, supporto, riequilibrio. Ne consegue che la riqualificazione fluviale non solo richiede il risanamento chimico-fisico-microbiologico delle acque, ma occorre anche conseguire un indice biotico di grado elevato, nonché ripristinare un livello adeguato di naturalità del sistema delle sponde e delle aree golenali.

Numerosi sono gli interventi che possono favorire questo graduale processo di “rinaturalizzazione”:

- ristabilire una buona capacità di autodepurazione, consentire la ricarica della falda, la formazione di habitat, il deflusso minimo vitale del fiume;
- garantire un forte collegamento ecologico con gli ecosistemi ripariali e gli habitat circostanti (anche quelli agricoli se gestiti in modo non troppo intensivo);
- aumentare il tempo di residenza delle acque in alveo ed espandere le superfici di scambio al fine di ridurre i solidi sospesi; ciò favorisce un abbattimento del BOD, del fosforo e dell’azoto;
- diversificare la morfologia dell’alveo, nella sagoma trasversale e nella pendenza, alternando busche e raschi (così favorendo sia la sedimentazione che l’ossigenazione);
- prediligere interventi d’ingegneria naturalistica sostitutivi alla cementificazione; p. es. creazione di salti artificiali a scopo di ossigenazione.



## 9. Verso delle città “water sensitive”

La realizzazione di nuove tipologie d'intervento, ispirate alle concezioni precedentemente riferite e connesse fra loro a costituire un complesso *network* di soluzioni a sistema, consente di conseguire una serie di obiettivi che definiscono l'essenza di una “water sensitive city”, capace di assommare una pluralità di funzioni, dall'affidabilità dell'approvvigionamento idrico alla salvaguardia della salute pubblica, dalla sicurezza idraulica messa in pericolo da inondazioni alla protezione della qualità delle acque superficiali e profonde, dalla fruizione ricreativa alla neutralità climatica fino all'equità inter-generazionale alla base della sostenibilità sociale.

Così come la *biomimesi* <sup>[17]</sup> studia soluzioni innovative emulando quelle messe a punto dalla natura, analogamente un'*ecomimesi*, attraverso lo studio delle conoscenze tradizionali e locali messe a punto dall'uomo nel corso della sua storia, potrebbe consentire di apprendere e tramandare il patrimonio di esperienze accumulate dall'umanità nell'edificare i propri sistemi idrici ed i paesaggi <sup>[18]</sup>. Al modello dell'antica “società idraulica” caratterizzato dal monumentalismo delle infrastrutture idriche, dalla centralizzazione politica e dalla gestione tecnocratica, che ha condotto tali società a concludere la loro storia con la catastrofe ecologica e l'abbandono <sup>[19]</sup>, occorre contrapporre il modello “ad oasi”, ovvero quello della *comunità idrogenetica* <sup>[18]</sup>, incentrato sulla produzione e captazione idrica ed organizzata secondo una logica antitetica all'ipertrofia ed al dirigismo tecnocratico. Si tratta di sistemi idrici originati in aree che non beneficiano delle grandi disponibilità dei bacini fluviali perenni, bensì sistemi ambientali impervi, spesso carsici, steppici o desertici, dove il paesaggio frammentato impone il controllo su scala locale delle risorse e l'applicazione di tecnologie appropriate, incentrate sulla massima efficienza d'uso dell'acqua e la gestione di ecosistemi autosostenibili, consentendo il perpetuarsi della vita e della società umana. Dobbiamo quindi recuperare questa capacità d'intervenire in sintonia con l'ambiente, esaltandone le potenzialità senza esaurirle <sup>[18]</sup>.

Contestualmente, occorre recuperare alcuni imprescindibili “precetti” in grado di presiedere ed orientare verso una progettazione realmente ecologica. Essi si ispirano ad una visione pienamente sistemica della realtà rispetto alla quale l'uomo deve saper intervenire con la dovuta “saggezza” tecnica, frutto di una matura consapevolezza ed esperienza delle cose del mondo. Alcuni di questi precetti possono essere così riassunti <sup>[20]</sup>:

- il mondo vivente è la matrice di ogni progettazione;
- la progettazione deve seguire le leggi della vita, non opporvisi;
- la progettazione deve riflettere la bioregionalità;



- la progettazione opera tramite l'integrazione dei sistemi viventi;
- il progetto dovrebbe coevolvere assieme al mondo naturale.

## RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI e NOTE

- [1] Crutzen P.J., Stoermer E.F. (2000). The "Anthropocene". *Global Change Newsletter*, 41: 17-18.  
<http://www.igbp.net/download/18.316f18321323470177580001401/1376383088452/NL41.pdf>
- [2] Rockström J. *et al.* (2009). Planetary boundaries: Exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society* 14(2): 32.  
<http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>. Poi ripreso in: ID (2009). A safe operating space for humanity. *Nature*, 461: 472-475.  
<https://www.nature.com/articles/461472a>
- [3] Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J., Behrens W.W. (1972). The limits to growth, (traduzione italiana, *I limiti dello sviluppo*, Mondadori, 1972).
- [4] Commoner B. (1990). *Far pace col pianeta*. Milano: Garzanti.
- [5] Tillmann D. *et al.* 2009. Beneficial biofuels - The food, energy, and environment trilemma. *Science*, 325: 270-271.  
<https://science.sciencemag.org/content/325/5938/270/tab-pdf>
- [6] IPCC (2019). *Global warming of 1.5°C. IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways*.  
[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15\\_Full\\_Report\\_High\\_Res.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_High_Res.pdf)
- [7] Socco C. (2005). *Il problema strategico delle frange periurbane e la nuova politica di costruzione del paesaggio*. Provincia di Torino.  
<http://www.provincia.torino.gov.it/ambiente/file-storage/download/agenda21/pdf/socco.pdf>
- [8] Wolman A. (1965). The metabolism of cities. *Scientific American*, 213(3): 179-190.
- [9] Baccini P. (2007). A city's metabolism: Towards the sustainable development of urban systems. *Journal of Urban Technology*, 4(2): 27-39.
- [10] Gandy M. (2004). Rethinking urban metabolism: Water, space and the modern city. *City*, 4: 363-379.



- [11] Smil V. (2004). *Enriching the earth. Fritz Haber, Carl Bosch, and the transformation of world food production*. MIT Press.
- [12] Giampietro M. (2007). Lo sviluppo tecnologico dell'agricoltura in relazione ai limiti biofisici e socio-economici: attenzione alla sindrome del Concorde. In: Modonesi C., Tamino G., Verga I. (eds.). *Biotechnocrazia. Informazione scientifica, agricoltura, decisione politica*. Jaka Book, pp. 142-160. Nota: La cosiddetta sindrome del Concorde si riferisce a un fenomeno (chiamato in inglese *lock-in*) che avviene spesso nel campo della innovazione tecnologica. Tale sindrome si genera quando la impostazione scientifica data (nel caso del Concorde costruire un aeroplano in grado di andare sempre più veloce) è obsoleta e non riflette più la percezione della società a proposito del problema da risolvere. Nel caso del Concorde, più che la velocità, altri criteri di prestazione come la comodità durante il volo, il basso costo del biglietto, la frequenza dei voli hanno reso vincente la scelta di costruire grandi aeromobili che viaggiano sotto la velocità del suono. Vedi anche: <https://www.economiacomportamentale.it/2019/07/31/la-fallacia-del-concorde/>
- [13] CIRF (2006). *La riqualificazione fluviale in Italia. Linee guida, strumenti ed esperienze per gestire i corsi d'acqua ed il territorio*. A cura di: Nardini A. e Sansone G. Venezia: Mazzantini.
- [14] Conte G. (2008). *Nuvole e sciacquoni*. Milano: Edizioni Ambiente.
- [15] Otterpohl R., Braun U., Oldenburg M. (2002). Innovative technologies for decentralised wastewater management in urban and peri-urban areas. *5th Specialised Conference on Small Water and Wastewater Treatment Systems. IWA. 27-36. Istanbul-Turkey, 24-26 September 2002*.
- [16] Sansoni G. (2017). Tutela dell'ambiente fluviale per l'ittiofauna. *Biologia Ambientale*, 21(2): 5-20.
- [17] Biomimesi: disciplina che studia la natura (i suoi processi, modelli ed elementi) come fonte di ispirazione per l'innovazione tecnologica e il miglioramento delle attività umane. Il testo di riferimento è il seguente: Benyus J.M. (2002). *Biomimicry: Innovation inspired by nature*. New York: Perennial.
- [18] Laureano P. (2013). *La piramide rovesciata. Il modello dell'oasi per il pianeta terra*. Torino: Bollati Boringhieri.
- [19] Diamond J. (2005). *Collasso*. Torino: Giulio Einaudi.
- [20] Todd N.J., Todd J. (2007). *Progettare secondo natura*. Milano: Elèuthera.



# ACQUA COMUNI E FITODEPURAZIONE: FITODEPURAZIONE SENZA FOSSE SETTICHE ALLA FRANCESE. L'ESPERIENZA DI CASTELLUCCIO DI NORCIA

Anacleto Rizzo, Riccardo Bresciani, Nicola Martinuzzi, Fabio Masi  
*IRIDRA Srl, Firenze, Italy*

## INTRODUZIONE

La fitodepurazione alla francese (French Reed Bed - FRB) è una soluzione impiantistica, ormai utilizzata da oltre 20 anni in Francia ed innovativa per il panorama italiano, che ha il vantaggio principale nel non richiedere pretrattamenti di sedimentazione primaria, riducendo i costi di gestione dato che non c'è alcun fango da smaltire. Tale soluzione è testata ormai su migliaia di impianti di depurazione, specialmente in Francia dove è stata sviluppata e dove al momento si contano più di 2000 impianti operativi tra i 200 ed i 5000 a.e. (Morvannou *et al.*, 2015; Paing *et al.*, 2015). Inoltre, se vi è spazio a disposizione, tale soluzione non ha un limite massimo in termini di abitanti trattabili, come mostrato dall'impianto di Orhei (Moldavia); progettato da IRIDRA, l'impianto tratta fino a 20000 AE (Masi *et al.*, 2017).

Lo schema tipico prevede un primo stadio suddiviso in 3 linee di cui una sola linea viene alimentata ciclicamente per 2-4 giorni di lavoro e 4-8 giorni di pausa, garantendo un'ottima disidratazione ed ossidazione dei fanghi che rimangono in superficie, ed un secondo stadio a flusso verticale o orizzontale a seconda degli obiettivi depurativi da raggiungere.

Questa recente soluzione impiantistica, oltre a garantire buone rese depurative ed essere caratterizzata da semplicità gestionale, risulta essere particolarmente vantaggiosa perché non richiede l'utilizzo, a differenza delle altre soluzioni di fitodepurazione, di un sistema di sedimentazione primaria (come una fossa biologica o Imhoff) e quindi non ci sono fanghi da smaltire. I materiali sedimentati formano uno strato in superficie che ha un tasso di crescita di 1-2 cm l'anno che viene rimosso ogni 10-15 anni, quando ha un elevato grado di stabilizzazione e può essere impiegata come ammendante organico in agricoltura (Molle *et al.*, 2005).

Non si ha produzione di cattivi odori poiché lo strato di fango superficiale che si forma viene mantenuto in condizioni aerobiche sia per le modalità di alimentazione che per l'effetto della vegetazione presente: la diffusione di cattivi odori rimane circoscritta solo al momento di distribuzione del



liquame e limitatamente alle immediate vicinanze del sistema.

Tale contributo vuole riportare il primo caso in Italia di impianto di fitodepurazione alla francese senza fosse settiche per reflui urbani; si tratta dell'impianto a servizio di Castelluccio di Norcia in Umbria, dimensionato per 1000 AE. Verranno riportati sia i dati di monitoraggio in termini di rendimenti depurativi, che l'analisi sui costi di costruzione e gestione, quest'ultima di particolare importanza nel mostrare la capacità di questa soluzione di fitodepurazione innovativa di ridurre i costi di gestione e manutenzione per il trattamento dei reflui.

#### CASO STUDIO: L'IMPIANTO DI FITODEPURAZIONE A CASTELLUCCIO DI NORCIA

L'impianto si inserisce nel piano di riqualificazione del centro rurale di Castelluccio di Norcia attuato dalla Regione Umbria che, assieme al completamento del sistema fognario, ha previsto la fitodepurazione al posto di un vecchio impianto malfunzionante. Tale scelta è stata dettata, oltre che dalla necessità di inserimento dell'impianto in un contesto di alto valore paesaggistico quale il Pian Grande di Castelluccio (uno dei pochi altipiani d'Italia, nel Parco Nazionale dei Monti Sibillini a 1.400 m s.l.m.), dalla necessità di far fronte ad una spiccata oscillazione degli abitanti (circa 100 in inverno ma fino a 1000 in estate, distribuiti tra strutture ricettive e di ristoro) e dall'esigenza di semplicità gestionale dovuta alla lontananza dai principali centri abitati e dalla difficile accessibilità invernale.

L'impianto utilizza uno schema di fitodepurazione innovativo senza fosse settiche, cosiddetto "alla francese", evitando così lo smaltimento dei fanghi di supero, che si disidratano e si ossidano sulla superficie dei primi letti ricoperti dal canneto per essere rimossi dopo 15-20 anni e riutilizzati in agricoltura. Il refluo viene affinato in stadi successivi a flusso verticale e superficiale per poi disperdersi nel terreno, non esistendo corpi idrici sull'altipiano. Le dimensioni e lo schema del comparto di depurazione sono i seguenti (Fig. 1): (I) trattamento preliminare (griglia automatica); (II) vasca di equalizzazione; (III) alimentazione primo stadio con sifoni; (IV) 1° stadio alla francese per trattamento del tal quale (FRB) da 1014 m<sup>2</sup>; (V) 2° stadio con fitodepurazione a flusso verticale (VF) da 1000 m<sup>2</sup>; (VI) 3° stadio a flusso libero superficiale (FWS) da 920 m<sup>2</sup>; (VII) bacino di infiltrazione per scarico su suolo da 260 m<sup>2</sup>. L'impianto è piantumato con cannuce di palude, mentre lo stagno di affinamento finale fa uso di specie vegetali idrofite ed elofite autoctone.

L'impianto, progettato da IRIDRA Srl nel 2013, è stato in funzione dal 2014 al 2016 (periodo di monitoraggio mostrato in questo contributo), fino al terremoto del 30 Ottobre 2016. Allo stato attuale l'impianto è in fase di ripristino, seguendo l'iter di ricostruzione di Castelluccio di Norcia.



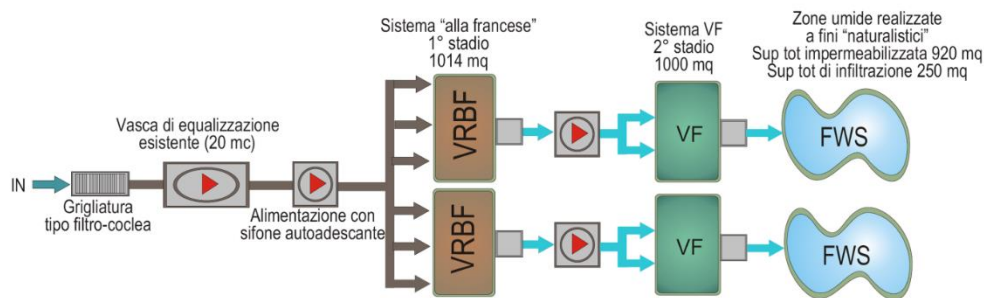


Fig. 1. Schema a blocchi relativo all'impianto di fitodepurazione FRB per il comune di Castelluccio di Norcia (1000 AE).



Fig. 2. Vista aerea dell'impianto di fitodepurazione di Castelluccio di Norcia. Primavera 2015, per gentile concessione di Margit Koiv.



## RENDIMENTI E COSTI

L'impianto, fino all'interruzione dovuta al terremoto del 2016, ha mostrato rendimenti molto elevati anche in condizioni di massima utenza (Tab. 1), con rimozioni medie del COD pari all'98%, dei solidi del 95%, nitrificazione del 98% e dell'azoto totale del 80%. Come mostrato in Tab. 1, tali valori sono in linea con quelli monitorati da ampi dataset francesi, raccolti su centinaia di impianti.

Tab. 1. Confronto tra i rendimenti depurativi monitorati per l'impianto di Castelluccio di Norcia e i vasti dataset di impianti francesi.  
Adattato da Rizzo *et al.* (2018).

	FRB + VF + FWS Castelluccio di Norcia	FRB + VF Paing et al (2015) 151 impianti < 2000 AE*	FRB + VF Morvannou et al (2015) 380 impianti < 2000 AE**
TSS	94.6%	96 ± 9%	93 ± 9%
COD	98.5%	93 ± 4%	87 ± 14%
BOD5	98.2%	98 ± 1%	
TN	80.0%	39 ± 30%	
N- NH4+	98.3%	93 ± 7%***	84 ± 17%***
TP	94.5%	30 ± 28%	

\* Su impianti fino a 12 anni di funzionamento.

\*\* 55% degli impianti analizzati ha una età compresa tra 7 e 11 anni.

\*\*\* Come TKN.

L'analisi dei costi di costruzione e gestione riportata in Rizzo *et al.* (2018) è riassunta in tab. 2. L'uso della fitodepurazione alla francese ha permesso, con costi di costruzione comparabili a quelli delle altre soluzioni tecnologiche considerate, di minimizzare i costi di gestione e manutenzione; in particolare tali costi sono risultati pari a 6-11 € per abitante equivalente all'anno, con valori circa 5-13 volte inferiori a quelli attesi per gli impianti a fanghi attivi (45-90 €/AE all'anno). Ciò è possibile grazie ai ridotti costi energetici e all'assenza di fanghi da smaltire.



Tab. 2. Confronto tra i costi di costruzione e manutenzione dell'impianto di fitodepurazione alla francese di Castelluccio di Norcia e i costi attesi da impianti a fanghi attivi della stessa scala in Italia.  
Adattato da Rizzo *et al.* (2018).

	<b>FRB Castelluccio di Norcia</b>		<b>Impianti a fanghi attivi*</b>			
	<b>500 AE</b>	<b>1000 AE</b>	<b>500 AE</b>		<b>1000 AE</b>	
			<b>min</b>	<b>max</b>	<b>min</b>	<b>max</b>
Costi di costruzione [€/AE]		364** - 394***			263	360
Costi di gestione e manutenzione medi annuali [€/AE/anno]	11	6****	54	90	45	75

\* Dati su contesto Italiano con seguente schema: fanghi attivi con schema classico + filtrazione terziaria + disinfezione UV (Masotti 2011).

\*\* Senza FWS: FRB + VF.

\*\*\* Con FWS: FRB + VF + FWS.

\*\*\*\* Assumendo gli stessi costi di O&M ad eccezione dei costi energetici, che sono stati raddoppiati per ipotizzare un utilizzo continuo annuo al massimo carico di 1000 AE.

## Conclusioni

La fitodepurazione alla francese può essere considerata una valida alternativa ad altre soluzioni tecnologiche per minimizzare i costi di gestione e manutenzione che sono risultati, nel confronto considerato in questa relazione, 5-13 volte inferiori, rispetto a quelli di impianti a fanghi attivi realizzati con costi di costruzione comparabili. Al tempo stesso, la fitodepurazione alla francese ha dei vantaggi evidenti anche rispetto alla fitodepurazione classica, sia in termini di costi di gestione (non vi sono i costi annuali per lo smaltimento dei fanghi della fossa settica) che di ingombri (2-2.5 m<sup>2</sup>/AE in totale contro i 3-5 m<sup>2</sup>/AE della fitodepurazione classica). L'impianto di Castelluccio di Norcia ha mostrato come tale soluzione possa essere implementata con successo anche in Italia, rendendo la fitodepurazione alla francese una promettente opzione per risolvere i problemi di trattamento dei reflui urbani minimizzando i costi di gestione e manutenzione.



## BIBLIOGRAFIA

Masi F., Bresciani R., Martinuzzi N., Cigarini G., Rizzo, A. (2017). Large scale application of French reed beds: municipal wastewater treatment for a 20,000 inhabitant's town in Moldova. *Water Science and Technology*, 76(1): 68-78.

Masotti L. (2011). *Depurazione delle acque*. Bologna: Calderini.

Molle P., Liénard A., Boutin C., Merlin G., Iwema A. (2005). How to treat raw sewage with constructed wetlands: an overview of the French systems. *Water Science and Technology*, 51(1): 11-21.

Morvannou A., Forquet N., Michel S., Troesch S., Molle P. (2015). Treatment performances of French constructed wetlands: results from a database collected over the last 30 years. *Water Science and Technology*, 71(9): 1333-1339.

Paing J., Guilbert A., Gagnon V., Chazarenc F. (2015). Effect of climate, wastewater composition, loading rates, system age and design on performances of French vertical flow constructed wetlands: a survey based on 169 full scale systems. *Ecological Engineering*, 80: 46-52.

Rizzo A., Bresciani R., Martinuzzi N., Masi F. (2018). French Reed Bed as a solution to minimize the operational and maintenance costs of wastewater treatment from a small settlement: An Italian example. *Water*, 10(2): 156.



# ACQUA COMUNI E PROTEZIONE CIVILE: PER UNA CULTURA DELLA PREVENZIONE

Giacomo Pellegrino

*Presidente Associazione Interforze - AIOS Protezione Civile*

## **1. Rischio meteo-idrogeologico e idraulico**

Gli attuali e sempre più problematici cambiamenti climatici stanno amplificando gli effetti di frane e alluvioni in tutto il territorio nazionale e, per quanto riguarda la Puglia e il Comune di Bari, il rischio meteo-idrogeologico ed idraulico sta assumendo notevoli proporzioni, provocando disagi alle comunità e ingenti danni economici. *“Nell’ambito del rischio meteo-idrogeologico e idraulico rientrano gli effetti sul territorio determinati da condizioni meteorologiche avverse e dall’azione delle acque in generale, siano esse superficiali, in forma liquida o solida, o sotterranee. Le manifestazioni più tipiche di questa tipologia di fenomeni sono temporali, venti e mareggiate, nebbia, neve e gelate, ondate di calore, frane, alluvioni, erosioni costiere, subsidenze e valanghe. Il rischio meteo-idrogeologico e idraulico è fortemente condizionato anche dall’azione dell’uomo. La densità della popolazione, la progressiva urbanizzazione, l’abbandono dei terreni montani, l’abusivismo edilizio, il continuo disboscamento, l’uso di tecniche agricole poco rispettose dell’ambiente e la mancata manutenzione dei versanti e dei corsi d’acqua hanno sicuramente aggravato il dissesto e messo ulteriormente in evidenza la fragilità del territorio italiano, aumentando l’esposizione ai fenomeni e quindi il rischio stesso”.*

(<http://www.protezionecivile.gov.it/attivita-rischi/meteo-idro>)

In questo contributo si dedicherà particolare attenzione al rischio alluvioni.

## **2. Rischio alluvioni**

La Direttiva alluvioni (Direttiva 2007/60/CE), ha definito *“un quadro per la valutazione e la gestione dei rischi di alluvioni volto a ridurre le conseguenze negative per la salute umana, l’ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche connesse con le alluvioni all’interno della Comunità”.*

In base a tale Direttiva, tutti gli stati della Comunità Europea devono *“individuare tutte le aree a rischio di inondazioni, mappare l’estensione dell’inondazione e gli elementi esposti al rischio in queste aree e adottare misure adeguate e coordinate per ridurre il rischio di alluvione”.* Inoltre sempre in base a tale Direttiva, tutti gli Stati membri devono *“dotarsi di piani di gestione del rischio di alluvioni che contemplino tutti gli aspetti della gestione del rischio e in particolare “la prevenzione, la protezione, e la*



*preparazione, comprese la previsione di alluvioni e i sistemi di allertamento*". I piani di gestione del rischio alluvioni sono stati predisposti dalle Autorità di bacino distrettuali dei 5 distretti idrografici in cui è suddiviso il territorio nazionale (fiume Po, Alpi Orientali, Appennino settentrionale, Appennino centrale, Appennino Meridionale) nonché dalle regioni Sardegna e Sicilia. (Geoportale Nazionale – Direttiva Alluvioni).

(<http://www.pcn.minambiente.it/mattm/direttiva-alluvioni/>)

*Un'alluvione è stata definita come "l'allagamento temporaneo di aree che abitualmente non sono coperte d'acqua. L'inondazione di tali aree può essere provocata da fiumi, torrenti, canali, laghi e, per le zone costiere, dal mare"* (<http://www.isprambiente.gov.it/it/temi/suolo-e-territorio/dissesto-idrogeologico/le-alluvioni>).

Nella maggior parte dei casi "le alluvioni si verificano quando le acque di un fiume non vengono contenute dalle sponde e si riversano nella zona circostante arrecando danni a edifici, insediamenti industriali, vie di comunicazione, zone agricole"; *"tra le cause dell'aumento della frequenza delle alluvioni ci sono senza dubbio l'elevata antropizzazione e la diffusa impermeabilizzazione del territorio, che impedendo l'infiltrazione della pioggia nel terreno aumenta i quantitativi e le velocità dell'acqua che defluisce verso i fiumi. La mancata pulizia di questi ultimi e la presenza di detriti o di vegetazione che rendono meno agevole l'ordinario deflusso dell'acqua sono un'altra causa importante"*.

(<http://www.protezionecivile.gov.it/attivita-rischi/meteo-idro/fenomeni-meteo-idro/alluvioni>).

L'alluvione può essere caratterizzata anche da un trasporto e accumulo di masse fangose, detriti, materiali vari, trascinati dalla corrente. Si utilizza il termine alluvione anche per indicare l'allagamento di aree urbanizzate per effetto di piogge torrenziali che non riescono a essere smaltite dai sistemi di drenaggio. Nel caso dei fiumi, più grande è il corso d'acqua, più aumenta la capacità di previsione delle alluvioni.

A seguito di piogge particolarmente intense, nei grandi fiumi il livello dell'acqua si innalza in modo graduale e questo consente di attuare le necessarie azioni per fronteggiare l'evento; al contrario, nel caso di piccoli fiumi il livello dell'acqua può crescere molto rapidamente e quindi creare grossi problemi.

"Oltre alla manutenzione periodica di corsi d'acqua e reti fognarie, è necessario realizzare opere per ridurre la probabilità che si verifichi un'alluvione o per ridurne l'impatto. Tuttavia gli effetti di un'alluvione si riducono adottando provvedimenti che impediscono o limitano l'espansione urbanistica nelle aree soggette a tale rischio; altri strumenti sono i sistemi di allertamento, che permettono l'attivazione della protezione civile locale,



la pianificazione e le esercitazioni. Infine, le attività di sensibilizzazione della popolazione: essere consapevoli e preparati è infatti il modo migliore per convivere con il rischio”.

([http://www.protezionecivile.gov.it/httpdocs/cms/attach\\_extra/inr/PIEGHEVOLE\\_ALLUVIONI\\_2018\\_WEB.pdf](http://www.protezionecivile.gov.it/httpdocs/cms/attach_extra/inr/PIEGHEVOLE_ALLUVIONI_2018_WEB.pdf))

### **3. Conoscenza rischio alluvioni: alcuni strumenti**

Per conoscere il rischio di alluvione sul territorio vi sono a disposizione i seguenti strumenti:

Il PAI è il *piano di assetto idrogeologico*, nel quale è riportata la perimetrazione delle aree a rischio di alluvione (rischio idraulico) per l'incolumità delle persone e per la sicurezza delle infrastrutture e del patrimonio ambientale e culturale.

Il PGRA è il *piano di gestione del rischio alluvioni* che riguarda tutti gli aspetti della gestione del rischio di alluvioni e, in particolare, la prevenzione, la protezione e la preparazione, comprese le previsioni di alluvioni e i sistemi di allertamento, ed anch'esso riporta la perimetrazione delle aree a rischio di alluvione.

La conoscenza diretta del territorio garantisce il controllo costante e la possibilità di rilevare segnali premonitori di un evento: formazioni di crepe lungo un tragitto, aumento del livello idrico di un fiume, comparsa di insoliti rigonfiamenti di strade, tralicci inclinati, creazione di rivoli di acqua insistenti durante le piogge, ecc..

Studi specialistici consentono di simulare l'evoluzione dell'evento e quindi i vari scenari. Gli eventi del passato forniscono importanti testimonianze su cosa è accaduto e anche preziose informazioni utili per fare previsioni circa l'evoluzione degli eventi.

Il PGRA è elaborato utilizzando le mappe di pericolosità e le mappe di rischio.

Le *mappe di pericolosità* riportano le aree in cui è più probabile che ci sia un'alluvione.

Le aree distinguibili all'interno di una mappa di pericolosità possono essere di 3 tipi di classi:

- le aree P3 sono quelle in cui i fenomeni alluvionali sono più probabili e di conseguenza più frequenti;
- le aree P2 sono quelle in cui i fenomeni alluvionali sono poco frequenti ed hanno una media probabilità di accadimento;
- le aree P1 sono quelle zone in cui i fenomeni alluvionali sono rari e hanno una bassa probabilità di accadimento.

Queste mappe possono essere utilizzate per la distinzione di porzioni di territorio in base alla frequenza di eventi alluvionali.



Le *mappe di rischio* fanno riferimento a:

- numero di abitanti potenzialmente interessati;
- infrastrutture e strutture strategiche;
- beni ambientali, storici e culturali;
- distribuzione e tipologia delle attività economiche;
- presenza di impianti potenzialmente inquinanti (Allegato I D.Lgs 59/2005) e di aree protette (Allegato 9 parte III D.Lgs 152/2006);
- altre informazioni considerate utili, come le aree soggette ad alluvioni con elevato volume di trasporto solido e colate detritiche o informazioni su fonti rilevanti di inquinamento.

Più un'area è soggetta a fenomeni di tipo alluvionale e maggiore è il numero di abitanti o di infrastrutture strategiche, ecc., più quell'area è a rischio. Le mappe di pericolosità e di rischio di alluvioni sono state realizzate a partire dai PAI ed in accordo con gli "Indirizzi operativi" emanati dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, con il contributo di ISPRA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, delle Autorità di Bacino Nazionali e del Tavolo tecnico Stato-Regioni. Partendo dai PAI, utilizzando le mappe di pericolosità e le mappe di rischio si elaborano i PGRA; tali piani riguardano tutti gli aspetti della gestione del rischio di alluvioni, e in particolare la prevenzione, la protezione e la preparazione, comprese le previsioni di alluvioni e i sistemi di allertamento. I PGRA, periodicamente riesaminati, ed eventualmente aggiornati, sono coordinati a livello di distretto idrografico, come previsto dalla direttiva 2007/60/CE.

(<http://www.pcn.minambiente.it/mattm/direttiva-alluvioni/#2>).

La Direttiva europea ha stabilito che tutti gli Stati membri siano dotati di "Piani di gestione" per il rischio alluvione, nei quali devono essere contenuti tutti gli aspetti della gestione del rischio tra cui le misure di prevenzione, protezione e preparazione all'evento. In particolare, la Direttiva ha individuato tre fasi che, tra il 2011 e il 2015 hanno portato alla realizzazione dei Piani di gestione:

fase 1: valutazione preliminare del rischio alluvioni (entro dicembre 2011);

fase 2: elaborazione delle mappe di pericolosità e di rischio alluvione (entro dicembre 2013);

fase 3: predisposizione dei piani di gestione del rischio alluvione (entro dicembre 2015).

Le mappe di tutti i distretti idrografici e dei relativi PGRA della penisola italiana sono raggiungibili e consultabili sul sito del Dipartimento della Protezione Civile Nazionale e Regionale.



([http://www.protezionecivile.gov.it/media-comunicazione/dossier/dettaglio/-/asset\\_publisher/default/content/rischio-alluvione-la-realizzazione-dei-piani-di-gestione](http://www.protezionecivile.gov.it/media-comunicazione/dossier/dettaglio/-/asset_publisher/default/content/rischio-alluvione-la-realizzazione-dei-piani-di-gestione))

#### **4. Rischio alluvione: azioni di prevenzione e nuovo codice della Protezione Civile**

Il rischio alluvione può essere fronteggiato attraverso azioni di prevenzione strutturale e non strutturale. Il nuovo codice della protezione civile (D.Lgs. 1/2018) ha messo al centro di tutte le attività quelle di riduzione del rischio attraverso azioni sui territori ed opere di difesa.

In particolare l'articolo 2 del suddetto codice riporta che:

1. Sono attività di protezione civile quelle volte alla previsione, prevenzione e mitigazione dei rischi, alla gestione delle emergenze e al loro superamento.
2. La previsione consiste nell'insieme delle attività, svolte anche con il concorso di soggetti dotati di competenza scientifica, tecnica e amministrativa, dirette all'identificazione e allo studio, anche dinamico, degli scenari di rischio possibili, per le esigenze di allertamento del Servizio nazionale, ove possibile, e di pianificazione di protezione civile.
3. La prevenzione consiste nell'insieme delle attività di natura strutturale e non, svolte anche in forma integrata, dirette a evitare o a ridurre la possibilità che si verifichino danni conseguenti a eventi calamitosi anche sulla base delle conoscenze acquisite per effetto delle attività di previsione.
4. Sono attività di prevenzione non strutturale di protezione civile quelle concernenti:
  - a) l'allertamento del Servizio nazionale, articolato in attività di preannuncio in termini probabilistici, ove possibile e sulla base delle conoscenze disponibili, di monitoraggio e di sorveglianza in tempo reale degli eventi e della conseguente evoluzione degli scenari di rischio;
  - b) la pianificazione di protezione civile, come disciplinata dall'articolo 18;
  - c) la formazione e l'acquisizione di ulteriori competenze professionali degli operatori del Servizio nazionale;
  - d) l'applicazione e l'aggiornamento della normativa tecnica di interesse;
  - e) la diffusione della conoscenza e della cultura della protezione civile, anche con il coinvolgimento delle istituzioni scolastiche, allo scopo di promuovere la resilienza delle comunità e l'adozione di comportamenti consapevoli e misure di autoprotezione da parte dei cittadini;
  - f) l'informazione alla popolazione sugli scenari di rischio e le relative norme di comportamento nonché sulla pianificazione di protezione civile;
  - g) la promozione e l'organizzazione di esercitazioni ed altre attività addestrative e formative, anche con il coinvolgimento delle comunità, sul territorio nazionale al fine di promuovere l'esercizio integrato e partecipato della funzione di protezione civile;
  - h) le attività di cui al presente comma svolte all'estero, in via bilaterale, o nel quadro della partecipazione dell'Italia all'Unione europea e ad organizzazioni internazionali, al fine di promuovere l'esercizio integrato e partecipato della funzione di protezione civile;
  - i) le attività volte ad assicurare il raccordo tra la pianificazione di protezione civile e



la pianificazione territoriale e le procedure amministrative di gestione del territorio per gli aspetti di competenza delle diverse componenti.

5. Sono attività di prevenzione strutturale di protezione civile quelle concernenti:

- a) la partecipazione all'elaborazione delle linee di indirizzo nazionali e regionali per la definizione delle politiche di prevenzione strutturale dei rischi naturali o derivanti dalle attività dell'uomo e per la loro attuazione;
- b) la partecipazione alla programmazione degli interventi finalizzati alla mitigazione dei rischi naturali o derivanti dall'attività dell'uomo e alla relativa attuazione;
- c) l'esecuzione di interventi strutturali di mitigazione del rischio in occasione di eventi calamitosi, in coerenza con gli strumenti di programmazione e pianificazione esistenti;
- d) le azioni integrate di prevenzione strutturale e non strutturale per finalità di protezione civile di cui all'articolo 22.

6. La gestione dell'emergenza consiste nell'insieme, integrato e coordinato, delle misure e degli interventi diretti ad assicurare il soccorso e l'assistenza alle popolazioni colpite dagli eventi calamitosi e agli animali e la riduzione del relativo impatto, anche mediante la realizzazione di interventi indifferibili e urgenti ed il ricorso a procedure semplificate, e la relativa attività di informazione alla popolazione.

7. Il superamento dell'emergenza consiste nell'attuazione coordinata delle misure volte a rimuovere gli ostacoli alla ripresa delle normali condizioni di vita e di lavoro, per ripristinare i servizi essenziali e per ridurre il rischio residuo nelle aree colpite dagli eventi calamitosi, oltre che alla ricognizione dei fabbisogni per il ripristino delle strutture e delle infrastrutture pubbliche e private danneggiate, nonché dei danni subiti dalle attività economiche e produttive, dai beni culturali e dal patrimonio edilizio e all'avvio dell'attuazione delle conseguenti prime misure per fronteggiarli.

([http://www.protezionecivile.gov.it/amministrazione-trasparente/provvedimenti/dettaglio/-/asset\\_publisher/default/content/decreto-legislativo-n-1-del-2-gennaio-2018-codice-della-protezione-civile](http://www.protezionecivile.gov.it/amministrazione-trasparente/provvedimenti/dettaglio/-/asset_publisher/default/content/decreto-legislativo-n-1-del-2-gennaio-2018-codice-della-protezione-civile)).

## **5. La rete dei centri funzionali della Protezione Civile**

La gestione del sistema di allertamento nazionale per il rischio idrogeologico e idraulico è assicurata dal Dipartimento della Protezione Civile e dalle Regioni attraverso la rete dei Centri Funzionali come previsto da D.P.C.M. 27/02/2004.

Sulla base delle previsioni meteo i Centri Funzionali elaborano ogni giorno gli scenari di evento predefiniti probabilisticamente attesi che si traducono in tre livelli distinti di criticità: ordinaria, moderata ed elevata criticità (oltre al livello di assenza di fenomeni significativi prevedibili). Tale valutazione viene fatta da ciascun Centro Funzionale per il proprio territorio di competenza (ossia regionale), a livello di zone di allerta.

La rete dei Centri Funzionali è costituita da un Centro Funzionale Centrale (CFC), ubicato a Roma presso il Dipartimento della Protezione Civile e dai Centri Funzionali Decentrati (CFD), presenti uno in ogni Regione e le Provincia Autonoma.

Tali centri sono generalmente distinti in due macro-aree: un settore “meteo” e un settore “idro”: il primo dedicato alla previsione meteorologica



e il secondo dedicato alla valutazione degli impatti dei fenomeni meteo-idrologici e al monitoraggio in tempo reale.

Alcuni CFD possono effettuare solo la valutazione delle criticità idrogeologiche e idrauliche e relativa emissione di bollettini e avvisi di criticità, ma non sono autonomi per la parte di previsione meteo e di emissione di bollettini e avvisi meteo (in questo caso il CFC, in regime di sussidiarietà, elabora le previsioni meteo ed emette avvisi per loro).

Le attività dei Centri Funzionali sono articolate sostanzialmente in due fasi: una fase previsionale e una fase di monitoraggio e sorveglianza; la prima consiste nell'elaborazione di previsioni meteorologiche e nella valutazione degli effetti al suolo che gli eventi previsti potrebbero determinare; la seconda è fondamentale per studiare l'evolversi degli eventi meteorologici e il loro impatto sul territorio. I dati raccolti dagli strumenti di osservazione concorrono infatti ad aggiornare lo scenario previsto e/o in atto. (<http://www.protezionecivile.gov.it/servizio-nazionale/attivita/previsione/rete-centri-funzionali>).

“Le previsioni dei fenomeni meteorologici e dei loro effetti al suolo sono raccolte e condivise dalla rete dei Centri Funzionali, cardine del Sistema di allertamento nazionale gestito dal Dipartimento della Protezione Civile, le Regioni e le Province Autonome. Sulla base di queste informazioni, ciascuna Regione e Provincia Autonoma valuta le situazioni di pericolo che si potrebbero verificare sul proprio territorio e, se necessario, trasmette le allerte ai sistemi locali di protezione civile. Spetta poi ai Sindaci attivare i Piani di protezione civile, informare i cittadini sulle situazioni di rischio e decidere quali azioni intraprendere per tutelare la popolazione”. ([http://www.protezionecivile.gov.it/httpdocs/cms/attach\\_extra/inr/PIEGHEVOLE\\_ALLUVIONI\\_2018\\_WEB.pdf](http://www.protezionecivile.gov.it/httpdocs/cms/attach_extra/inr/PIEGHEVOLE_ALLUVIONI_2018_WEB.pdf))

## **6. Cittadini e rischio alluvioni**

Ciascuno di noi nella località in cui vive, lavora o soggiorna deve informarsi se quella zona è a rischio alluvione, o se sono presenti altri rischi. Tale conoscenza è fondamentale e aiuta ad affrontare meglio eventuali situazioni di emergenza.

Il cittadino, come evidenziato nell'opuscolo *Io non rischio alluvione* della Protezione Civile (2018), deve ricordare che:

- *è importante conoscere quali sono le alluvioni tipiche del tuo territorio;*
- *se ci sono state alluvioni in passato è probabile che ci saranno anche in futuro;*
- *in alcuni casi è difficile stabilire con precisione dove e quando si verificheranno le alluvioni e potresti non essere allertato in tempo;*
- *durante un'alluvione, l'acqua può salire improvvisamente, anche di*



*uno o due metri in pochi minuti;*

- *alcuni luoghi si allagano prima di altri. In casa, le aree più pericolose sono le cantine, i piani seminterrati e i piani terra; all'aperto, sono più a rischio i sottopassi, i tratti vicini agli argini e ai ponti, le strade con forte pendenza e in generale tutte le zone più basse rispetto al territorio circostante;*
- *la forza dell'acqua può danneggiare anche gli edifici e le infrastrutture (ponti, terrapieni, argini) e quelli più vulnerabili potrebbero cedere o crollare improvvisamente.*

([http://www.protezionecivile.gov.it/httpdocs/cms/attach\\_extra/inr/PIEGHEVOLE\\_ALLUVIONI\\_2018\\_WEB.pdf](http://www.protezionecivile.gov.it/httpdocs/cms/attach_extra/inr/PIEGHEVOLE_ALLUVIONI_2018_WEB.pdf))

Il cittadino è chiamato non solo ad informarsi sui rischi che riguardano il proprio territorio ma anche a contribuire attivamente a ridurre il rischio alluvione, a prestare maggiore attenzione, a evitare comportamenti sbagliati, come evidenziato nello stesso opuscolo della Protezione Civile dove si ricorda:

- *rispetta l'ambiente e se vedi rifiuti ingombranti abbandonati, tombini intasati, corsi d'acqua parzialmente ostruiti ecc. segnalalo al Comune;*
- *chiedi al tuo Comune informazioni sul Piano di protezione civile per sapere quali sono le aree alluvionabili, le vie di fuga e le aree sicure della tua città: se non c'è, pretendi che sia predisposto, così da sapere come comportarti;*
- *individua gli strumenti che la Regione utilizza per diramare l'allerta e tieniti costantemente informato;*
- *assicurati che la scuola o il luogo di lavoro ricevano le allerte e abbiano il proprio piano di emergenza per il rischio alluvione;*
- *se nella tua famiglia ci sono persone che hanno bisogno di particolare assistenza verifica che nel Piano di protezione civile comunale siano previste misure specifiche;*
- *evita di conservare beni di valore in cantina o al piano seminterrato;*
- *assicurati che in caso di necessità sia agevole raggiungere rapidamente i piani più alti del tuo edificio;*
- *tieni in casa copia dei documenti, una cassetta di pronto soccorso, una torcia elettrica, una radio a pile e assicurati che ognuno sappia dove siano;*
- *impara quali sono i comportamenti corretti in caso di allerta, durante un'alluvione e subito dopo.*

([http://www.protezionecivile.gov.it/httpdocs/cms/attach\\_extra/inr/PIEGHEVOLE\\_ALLUVIONI\\_2018\\_WEB.pdf](http://www.protezionecivile.gov.it/httpdocs/cms/attach_extra/inr/PIEGHEVOLE_ALLUVIONI_2018_WEB.pdf))



## 7. Il ruolo della Protezione Civile

L'Italia è un Paese particolarmente fragile: il Rapporto Quinquennale di Polaris IRPI CNR, per il periodo gennaio 2014 – dicembre 2018, ha evidenziato che frane e inondazioni, in questo arco temporale, hanno provocato nel nostro paese 115 tra morti e dispersi, 145 feriti, e oltre 32.400 persone che hanno dovuto abbandonare le proprie abitazioni.

L'indagine di Legambiente *Ecosistema Rischio 2017* riguarda il monitoraggio delle attività per la mitigazione del rischio idrogeologico nelle amministrazioni comunali, realizzata sulla base delle risposte fornite da 1.462 amministrazioni comunali, corrispondenti al 20% dei comuni classificati ad elevata pericolosità idrogeologica (7.145 secondo l'ultima classificazione stilata dall'ISPRA nel 2015). Da tale indagine, a proposito dell'organizzazione del sistema locale di protezione civile, emerge che *“L'82,9% dei comuni si è dotato di un piano d'emergenza (il 61% lo ha aggiornato negli ultimi due anni), mentre pochi sono ancora i comuni che organizzano le attività informative (22%) e le esercitazioni (17,1%), fondamentali visto che i piani d'emergenza, per essere realmente efficaci, devono essere conosciuti dalla popolazione”*.

(<http://www.legambientepuglia.it/area-stampa/comunicati-stampa/894-ecosistema-rischio-2017>).

Anche in Puglia diverse sono le problematiche esistenti legate ai fenomeni di dissesto idrogeologico che riguardano anche il capoluogo pugliese; la città di Bari è infatti localizzata in una zona dove sfociano diverse lame provenienti dalla Murgia e dirette verso il mare. Quando queste lame, (in particolare lama Picone che nasce nell'area di Cassano delle Murge), generalmente secche, improvvisamente a causa di piogge intense si riempiono d'acqua, esse, come fiumi in piena, provocano eventi alluvionali che hanno colpito più volte il territorio barese; si ricordino oltre le alluvioni del 1827 e del 1881, i gravi eventi alluvionali del 1905, 1915, 1926 e recentemente dell'ottobre 2005.

Dopo l'alluvione del 1926 caratterizzata da diversi morti, feriti, ed edifici crollati, è stata realizzata la Foresta di Mercadante nella zona di Cassano delle Murge, un'opera fondamentale per la difesa idraulica forestale del territorio, concepita con l'obiettivo di contribuire a risolvere a monte il problema e difendere Bari dagli eventi alluvionali.

([https://www.comune.cassanodellemurge.ba.it/index.php?option=com\\_content&view=article&id=49:la-foresta-mercadante&catid=33:itinerari-turistici&Itemid=53](https://www.comune.cassanodellemurge.ba.it/index.php?option=com_content&view=article&id=49:la-foresta-mercadante&catid=33:itinerari-turistici&Itemid=53)]

*In particolare “In Italia sono frequenti alluvioni che si verificano in bacini idrografici di piccole dimensioni a causa di precipitazioni intense e localizzate che sono difficili da prevedere. Tali bacini, presenti soprattutto in Liguria e*



*Calabria, sono caratterizzati da tempi di sviluppo delle piene dell'ordine di qualche ora che determinano alluvioni di elevata pericolosità che spesso provocano vittime, danni all'ambiente e possono compromettere gravemente lo sviluppo economico delle aree colpite"*

(<http://www.protezionecivile.gov.it/attivita-rischi/meteo-idro/fenomeni-meteo-idro/alluvioni>).

Non solo per l'Italia ma per tutti i Paesi è fondamentale l'attività di protezione delle popolazioni nei confronti del rischio idrogeologico e anche degli altri rischi possibili (rischio sismico, industriale, biologico, vulcanico, incendio boschivo, ecc.).

In Italia il Dipartimento della Protezione Civile *"Con i propri Uffici tecnici (...) si occupa di previsione e prevenzione dei rischi naturali e antropici. In particolare, garantisce il funzionamento del Sistema di allertamento nazionale attraverso la rete dei Centri Funzionali e promuove e realizza programmi e progetti per la riduzione e la mitigazione dei rischi. Il Dipartimento ha, inoltre, un ruolo importante per l'indirizzo e coordinamento delle attività di pianificazione di emergenza realizzate dalle istituzioni territoriali e per la promozione e organizzazione di esercitazioni di protezione civile, utili a testare modelli organizzativi e procedure operative. Presso il Dipartimento operano il Centro Funzionale Centrale, nodo strategico della rete dei Centri Funzionali che si occupa delle attività di previsione, monitoraggio e sorveglianza in tempo reale dei fenomeni naturali, e il Centro di coordinamento Sistema, presso la Sala Situazione Italia che monitora le situazioni di emergenza su tutto il territorio nazionale. Inoltre sono attivi presso la sede del Dipartimento il Centro Operativo Aereo Unificato, che coordina gli interventi della flotta aerea dello stato per la lotta attiva agli incendi boschivi, e il Centro Operativo per le Emergenze Marittime. Tra le competenze attribuite al Dipartimento c'è il sostegno al volontariato di protezione civile, così come specificamente previsto dal DPR n. 194 del 2001, il supporto alle attività di formazione per i diversi operatori del sistema, la promozione di iniziative per la diffusione della conoscenza della protezione civile e per l'informazione alla popolazione.*

*È inoltre compito del Dipartimento coordinare le prime attività di risposta a calamità naturali, catastrofi o altri eventi che, per intensità ed estensione, devono essere fronteggiati, con immediatezza d'intervento, con mezzi e poteri straordinari. Con la dichiarazione dello stato di emergenza nazionale da parte del Consiglio dei Ministri, spetta al Capo del Dipartimento della Protezione Civile emanare le ordinanze che disciplinano i primi interventi da realizzare"* (<http://www.protezionecivile.gov.it/dipartimento/competenze>).



## BIBLIOGRAFIA e SITOGRAFIA

ISPRA. *Le alluvioni*. <http://www.isprambiente.gov.it/it/temi/suolo-e-territorio/dissesto-idrogeologico/le-alluvioni>

Foresta di Mercadante, comune di Cassano delle Murge  
[https://www.comune.cassanodellemurge.ba.it/index.php?option=com\\_content&view=article&id=49:la-foresta-mercadante&catid=33:itinerari-turistici&Itemid=53](https://www.comune.cassanodellemurge.ba.it/index.php?option=com_content&view=article&id=49:la-foresta-mercadante&catid=33:itinerari-turistici&Itemid=53)

Legambiente, *Ecosistema Rischio 2017*  
<http://www.legambientepuglia.it/area-stampa/comunicati-stampa/894-ecosistema-rischio-2017>

MATTM. *Direttiva alluvioni*  
<http://www.pcn.minambiente.it/mattm/direttiva-alluvioni/>

Protezione Civile

*Io non rischio alluvione. Buone pratiche di protezione civile*.  
[http://www.protezionecivile.gov.it/httpdocs/cms/attach\\_extra/inr/PIEGHEVOLE\\_ALLUVIONI\\_2018\\_WEB.pdf](http://www.protezionecivile.gov.it/httpdocs/cms/attach_extra/inr/PIEGHEVOLE_ALLUVIONI_2018_WEB.pdf)

*Alluvioni*.  
<http://www.protezionecivile.gov.it/attivita-rischi/meteo-idro/fenomeni-meteo-idro/alluvioni>

*Rischio alluvione. La realizzazione della normativa in Italia*.  
[http://www.protezionecivile.gov.it/media-comunicazione/dossier/dettaglio/-/asset\\_publisher/default/content/rischio-alluvione-la-realizzazione-dei-piani-di-gestione](http://www.protezionecivile.gov.it/media-comunicazione/dossier/dettaglio/-/asset_publisher/default/content/rischio-alluvione-la-realizzazione-dei-piani-di-gestione).

*Rischio meteo-idrogeologico ed idraulico*.  
<http://www.protezionecivile.gov.it/attivita-rischi/meteo-idro>

Repubblica italiana (1992). *Legge n. 225 del 24 febbraio 1992: istituzione del Servizio Nazionale della Protezione Civile*.  
[http://www.protezionecivile.gov.it/amministrazione-trasparente/provvedimenti/dettaglio/-/asset\\_publisher/default/content/legge-n-225-del-24-febbraio-1992-istituzione-del-servizio-nazionale-della-protezione-civile](http://www.protezionecivile.gov.it/amministrazione-trasparente/provvedimenti/dettaglio/-/asset_publisher/default/content/legge-n-225-del-24-febbraio-1992-istituzione-del-servizio-nazionale-della-protezione-civile)

Repubblica Italiana (2018). Decreto Legislativo n.1 del 2 gennaio 2018: Codice della protezione civile.  
[http://www.protezionecivile.gov.it/amministrazione-trasparente/provvedimenti/dettaglio/-/asset\\_publisher/default/content/decreto-legislativo-n-1-del-2-gennaio-2018-codice-della-protezione-civile](http://www.protezionecivile.gov.it/amministrazione-trasparente/provvedimenti/dettaglio/-/asset_publisher/default/content/decreto-legislativo-n-1-del-2-gennaio-2018-codice-della-protezione-civile)

Salvati P. e Bianchi C. (2019). *Rapporto sul rischio posto alla popolazione italiana da frane e inondazioni*. CNR, IRPI. <http://polaris.irpi.cnr.it/wp-content/uploads/POLARIS-Rapporto-quinquennale-2014-2018.pdf>











garden city   città giardino   cité jardin   المدينة الحدائقية

ISBN 978-2-85352-593-0