

La tecnologia avanza incessantemente, ma è solo la memoria di quello che hanno realizzato i nostri progenitori che ci permette di progredire evitando errori e conseguenze negative.

(dalla prefazione di Carlo Soave)

Prefazione, di Carlo Soave

La Vettabbia, flumen mediolanensis, di Marco Prusicki

Un mito cistercense: la marcita, di Mario Comincini

La fognatura milanese e le marcite, di Maurizio Brown

Dalle marcite ai campi di spandimento, di Pietro Redondi

Il sistema depurativo di Milano, di Andrea Aliscioni

Il depuratore di Nosedo e la rinascita della Vettabbia, di Francesca Pizza

Recupero degli elementi nutritivi dal ciclo di consumo degli alimenti, di Gilberto Garuti

Ri-circolazione degli effluenti da impianti di depurazione, di Valerio Montonati

Dai bionutrienti alle marcite, di Cesare Salvetat

Postfazione, di Roberto Canziani



DALLE MARCITE AI BIONUTRIENTI

GUERINI
E ASSOCIATI

DALLE MARCITE AI BIONUTRIENTI

PASSATO E FUTURO DELL'UTILIZZO AGRICOLO DELLE ACQUE USATE DI MILANO

A CURA DI MAURIZIO BROWN E PIETRO REDONDI



GUERINI
E ASSOCIATI

ISBN 978-88-6250-662-5



€ 20,00 (i.i.)
www.guerini.it

COLLANA QUADERNI

COMITATO DI REDAZIONE

BIANCA GIRARDI, LAURA NOVATI, PIER PAOLO POGGIO,
STEFANO PARISE, PIETRO REDONDI

QUADERNI è una collana prodotta dal sito *Milano città delle scienze* (www.milanocittàdellescienze.it) dell'Università di Milano – Bicocca in collaborazione con la Biblioteca comunale centrale Palazzo Sormani allo scopo di pubblicare testi e documenti di incontri, discussioni, mostre e archivi inerenti la storia editoriale, culturale e scientifica.

QUADERNI

4

© 2016 Edizioni Angelo Guerini e Associati
Via Comelico 3 - 20135 Milano
e-mail: info@guerini.it

Prima edizione: novembre 2016

Elaborazione grafica Anna Aurea, AM studio

In copertina: L'Abbazia di Chiaravalle coll'emissario di Vettabbia,
da C. Antoniani, "La depurazione agricola [...]", *Milano*, 49, 1933.

I testi qui raccolti risalgono alla Giornata di studio
Dalle marcite ai bionutrienti
Università degli Studi di Milano - Bicocca
Milano, 7 maggio 2015

Il volume è stato stampato con il contributo di
Università di Milano-Bicocca
MM, Spa
Gruppo Neorurale, Milano
MilanoDepur Spa

Ristampa V IV III II I 2016 2017 2018 2019 2020

Printed in Italy

ISBN 978-88-6250-662-5

L'illustrazione di pag. 26 è pubblicata su concessione del Ministero dei Beni
e delle Attività Culturali e del Turismo.

DALLE MARCITE AI BIONUTRIENTI
PASSATO E FUTURO DELL'UTILIZZO AGRICOLO
DELLE ACQUE USATE DI MILANO

A CURA DI
MAURIZIO BROWN E PIETRO REDONDI

PREFAZIONE DI
CARLO SOAVE

POSTFAZIONE DI
ROBERTO CANZIANI

GUERINI
E ASSOCIATI

La produzione agro-alimentare ha rappresentato il cuore di Expo 2015, Nutrire il pianeta, energia per la vita, a cui l'Università degli Studi di Milano-Bicocca ha partecipato attivamente con la gestione di eventi culturali e scientifici presso il Cluster Isole, Mare e Cibo e con l'ideazione e lo sviluppo degli spazi del Padiglione Maldive.

Il focus dell'Esposizione Universale su cibo e agricoltura ha riportato all'attenzione anche l'eccellenza della produzione agraria che Milano possiede naturalmente, grazie a condizioni idrogeologiche uniche e una millenaria sapienza nell'uso delle acque (fontanili, canali navigabili e irrigui, scolmatori, rogge e fognature cittadine).

Di tutte le coltivazioni del Milanese, le più strabilianti per i loro raccolti erano proprio quelle irrigate con liquidi fognari che il canale Vettabbia trasportava verso il Lambro. Un metodo di smaltimento efficace e così redditizio da essere adottato da altre grandi città europee, sin dalla fine dell'Ottocento. Questo sistema di coltivazione rivive, attraverso forme tecnologiche nuove, ancora oggi, a Milano, dove le acque trattate sono rinviate alle campagne e i fanghi degli impianti di depurazione sono utilizzati come fertilizzanti.

E proprio in occasione dell'inaugurazione di Expo 2015, si è parlato di sinergia tra città e campagna in una Giornata di studio presso l'Università di Milano-Bicocca che ha riunito storici, ingegneri e biologi esperti sul tema. Questo libro vuole raccoglierne i contributi, sottolineando come siano state messe in campo competenze disciplinari differenti, ma allo stesso tempo complementari alla comprensione del fenomeno studiato.

A questa operazione di ricerca in storia ambientale e dell'agricoltura si è affiancata una mostra intitolata L'Oro di Milano. Usi agricoli e sociali delle acque milanesi prodotta sempre dal nostro Ateneo e presentata al Festival dell'Acqua svoltosi al Castello Sforzesco, poi nuovamente allestita presso la Biblioteca multimediale di Villa Forni a Cinisello Balsamo.

Una mostra basata su documenti cartografici e fotografici in gran parte inediti, appartenenti a raccolte pubbliche e private che vanno dall'Archivio storico Fognature e Corsi d'acqua di MM Spa al Museo di Fotografia contemporanea, dall'Archivio storico Intesa Sanpaolo agli archivi del Comune di Milano.

Il mio augurio è che iniziative di ricerca come queste continuino a essere promosse per riflettere e intervenire sulla qualità del nostro vivere urbano, con uno sguardo tra passato e futuro.

Cristina Messa

Rettore dell'Università di Milano - Bicocca

Esiste storicamente un filo conduttore che pone Milano, tra le principali città europee, al vertice del riutilizzo attivo e virtuoso delle acque reflue prodotte dalla città e parallelamente valorizzate nell'area rurale.

L'avvio di tale pratica nasce nel medioevo grazie ai monaci Cistercensi e Umiliati e ai cosiddetti prati a "marcita" irrigati dalla Vettabbia nelle aree rurali di Chiaravalle e Morimondo. Tale pratica, vera e propria tecnologia innovativa per l'epoca e il contesto storico, valorizzava i composti organici delle acque di scarto provenienti dalla città ottenendo contemporaneamente una fitodepurazione biologica ante litteram accompagnata da un importante incremento della produzione di foraggio.

Oggi i moderni depuratori che MM gestisce con il Servizio Idrico Integrato di Milano, grazie alle scelte progettuali adottate, continuano a fornire alle realtà rurali dell'area metropolitana di Milano acque idonee al riutilizzo con altissimi standard qualitativi e bionutrienti derivati dai fanghi di depurazione biologica.

Per tale motivo Milano è riconosciuta come uno dei maggiori esempi europei di riutilizzo delle acque a vantaggio del mondo agricolo. L'obiettivo di MM è quello di incrementare ulteriormente, grazie all'introduzione di nuove tecnologie e a programmi di ricerca (MM Academy), il recupero di materia dalle acque reflue negli impianti di depurazione riutilizzabile a beneficio della comunità.

Davide Corritore
Presidente MM Spa

Non c'è innovazione senza tradizione, senza passato non c'è futuro. Anche se i concetti di innovazione e tradizione possono sembrare a prima vista antitetici, in realtà esprimono continuità. Infatti, partendo da una situazione divenuta col tempo "tradizione" la stessa è comunque frutto di una innovazione che, evolvendo con l'applicazione di nuove tecnologie, automaticamente si rinnova. Innovazione quindi non significa esclusivamente creare qualcosa di nuovo, ma significa riprendere una tradizione migliorandola nel momento in cui la si adegua alla modernità dei tempi. Quanto si faceva a Milano fin dal XIII secolo è diventato ora estremamente attuale e ha preso il nome di economia circolare. La tradizione quindi continua a evolversi e a innovarsi nel tempo; un libro che riprenda e racconti la tradizione, informando anche su quanto di nuovo si faccia a quel riguardo sul territorio, penso sia una cosa dovuta e necessaria.

La transizione verso una economia circolare, cioè verso un sistema economico che privilegi il recupero e il riutilizzo, potrà essere la maggiore rivoluzione e opportunità per come organizzare la produzione ed il consumo in una economia globale futura. Questo comporterà un radicale ripensamento dei rapporti tra produttori, consumatori e risorse naturali. L'economia circolare, applicata all'agricoltura, costituisce una di queste innovazioni, obbligatoria se pensiamo alle sfide globali che questa dovrà superare nei prossimi anni. Oggi viviamo in un tempo di evidenti contrasti, con l'eccessivo uso di elementi nutritivi chimici e i conseguenti problemi nella gestione ambientale di questi elementi in esubero. Infatti il troppo uso di fosforo non solo impoverisce riserve limitate, ma innesca inquinamenti delle acque, mentre un eccessivo uso di azoto a sua volta crea problemi non solo alle acque ma anche all'aria e al suolo con gravi conseguenze per il cambiamento climatico e la biodiversità.

L'applicazione in agricoltura di un'economia circolare che consenta il riciclo di tali elementi nutritivi è quindi da considerarsi una necessità per poter garantire la sostenibilità di un comparto produttivo che dovrà provvedere nei prossimi vent'anni a sfamare oltre 9 miliardi di persone con sempre meno risorse fertilizzanti a disposizione. Questa esigenza dovrà trovare applicazione con il minor impatto possibile sull'ambiente e sulla popolazione, specialmente da un punto di vista igienico-sanitario e ambientale. Perseguendo questo fine e attraverso un accordo di ricerca durato cinque anni tra Metropolitana Milanese e Acqua & Sole è stato possibile sviluppare un processo innovativo che è stato applicato per la prima volta presso il Centro per il recupero di elementi nutritivi di Vellezzo Bellini (Pavia) in cui anche i fanghi biologici verranno trattati, deodorizzati e igienizzati per trasformarli in un fertilizzante organico funzionale alla fertilità del terreno. Al riutilizzo dei fanghi in agricoltura potrà dunque essere applicato il concetto di filiera e grazie ad esso sarà possibile ristabilire quel principio di recupero degli elementi nutritivi che ha fatto per secoli la ricchezza dell'agricoltura e delle marcite dell'area sud di Milano.

Francesco Natta
Amministratore delegato Neorurale Spa, Milano

Nel libro di Genesi, Dio dà all'uomo il potere di nominare le cose per significarle e donare ad esse un senso. Il potere narrato dal racconto biblico dovrebbe assumere la forma responsabile della cura e non quella distruttiva dello sfruttamento. Cosa resta, oggi, di questo sconcertante potere? Quale significato possiamo restituire all'acqua?

L'acqua, come insegna la storia millenaria delle grandi civiltà mesopotamiche, è un bene indispensabile, necessario alla vita.

Non sempre, però, l'uomo ha voluto o è stato in grado di tutelare l'acqua stessa come patrimonio dell'intera umanità. La massiccia industrializzazione poco si è curata di salvaguardarla, preoccupata più della produzione che dell'equilibrio ambientale, inevitabilmente alterato dal dominio della tecno-scienza. Il tardo secolo XX e più che mai il nascente secolo XXI hanno guardato e guardano all'acqua come a una risorsa inestimabile che ha valore quanto e più dell'oro. Purificarla per poterla riutilizzare al fine della produzione agroalimentare, depurarla per restituire a fiumi e mari l'habitat idoneo alla ricca flora e fauna che li abitano, rientrano tra i doveri prioritari della comunità politica al fine di garantire il diritto alla vita e alla salute di ciascun essere vivente.

Solo in una prospettiva di ecologia integrale che sa cogliere nel grido della Terra ferita la voce delle persone violate nei diritti e nella dignità, ha senso collocare l'urgenza della tutela dell'ambiente. Proprio in questa direzione ha operato e opera il depuratore di Milano Nosedo che ha trasformato la Valle dei Monaci da luogo di degrado ambientale e di indebolimento del legame sociale, in parco lussureggiante dove gli uomini tornano a incontrarsi.

Così l'acqua continua a essere non solo elemento vitale ma anche materia capace di rigenerare le relazioni tra uomini.

A Nosedo si incontrano e dialogano tecnici, ricercatori, artisti, giovani studenti provenienti da diverse parti del mondo. Ciascuno guarda all'acqua e la nomina con significati diversi, ma tutti trovano in essa una ragione del loro stare insieme e del loro lavoro.

Nominare l'acqua oggi significa ancora darle il significato di fonte d'energia, un'energia pulita e rinnovabile, capace di ridurre gli sprechi e generare qualità della vita. Grazie alla sofisticata tecnologia di cui Nosedo dispone, gli impianti sono in grado di recuperare il calore da un'esigua quantità d'acqua depurata consentendo il condizionamento dei due principali edifici, con consistenti risparmi energetici. Quanto realizzato vuole essere un progetto pilota che, ulteriormente sviluppato, riesca a consentire il recupero del calore sulla totalità dell'acqua depurata. Auspicio sia possibile guardare in modo organico e circolare all'acqua, come un bene capace di promuovere un'autentica ecologia foriera di un benessere condiviso da tutti.

Roberto Mazzini
Presidente MilanoDepur spa

Indice

- 13 Prefazione
Carlo Soave
- 17 La Vettabbia, *flumen mediolanensis*
Marco Prusicki
- 43 Un mito cistercense: la marcita
Mario Comincini
- 61 La fognatura milanese e le marcite
Maurizio Brown
- 81 Dalle marcite ai campi di spandimento. Esperienze europee di depurazione agricola delle acque reflue
Pietro Redondi
- 131 Il sistema depurativo di Milano. Tecnologie e processi per il riutilizzo delle acque depurate
Andrea Aliscioni
- 141 Il depuratore di Nosedo e la rinascita della Vettabbia
Francesca Pizza
- 163 Recupero di elementi nutritivi dal ciclo di consumo degli alimenti per un'agricoltura più sostenibile
Gilberto Garuti
- 175 Ri-circolazione degli effluenti da impianti di depurazione: una testimonianza
Valerio Montonati
- 183 Dai bionutrienti alle marcite
Cesare Salvetat
- 193 Postfazione
Roberto Canziani
- 199 Gli autori
- 203 Indice dei nomi

PREFAZIONE

CARLO SOAVE

Tutti gli animali nascono perfettamente equipaggiati, fin dai primi istanti di vita, all'ambiente in cui si trovano. Hanno istinti e specializzazioni che li rendono capaci di adattarsi perfettamente alle diverse situazioni cui sono esposti. Una piccola tartaruga marina, appena esce dall'uovo, sa immediatamente dove si trova l'oceano, senza che nessuno glielo abbia indicato. Le farfalle monarca migrano da una piccola valle del Messico a 3000 metri di altitudine verso il Canada settentrionale, ma occorrono tre generazioni per raggiungere la meta e nessuno sa come fa la nipote a conoscere il luogo dove voleva arrivare la nonna. Tutti questi organismi sono dotati di strumenti innati, istinti che li guidano nel mondo in cui vivono.

L'uomo invece non ha istinti, specializzazioni, è un essere mancante, non è dotato di strumenti innati. Per sopravvivere deve crearsi gli strumenti per rendere abitabile il suo ambiente: si trova solo con ciò che i suoi progenitori hanno costruito e deve imparare a servirsene, a ricostruire ciò che il tempo distrugge del suo ambiente e, ricostruendo l'ambiente, lo trascende perché facendosi degli strumenti crea un nuovo ambiente che supera quello preesistente e rivela le sue possibilità. Quindi la tecnica è presupposto per conoscere, è l'agire tecnico che ci fa conoscere.

Per questo non si dà l'umano senza tecnica, è la natura

dell'uomo quella di essere tecnico. Ma la Natura è una realtà dinamica, è un concetto che discende dall'idea greca di *physis*, da *phuo*, "ciò che è in grado di generare, ciò che ha in sé la capacità di produrre", è un principio operativo, e come tale, si inserisce in una storia: la Natura ha una storia e una storia, per essere conosciuta, deve essere raccontata.

Questo è ciò che fa il volume *Dalle marcite ai bionutrienti*, racconta una storia iniziata circa 2000 anni fa quando stava iniziando la potenza imperiale di Roma. Erano nostri antenati che abitavano la terra di mezzo, il "Mediolanum", e la trasformarono da area paludosa e insana in terra ricca e fertile attraverso la regimentazione delle acque, in particolare del *flumen mediolanensis*, la Vettabbia, e l'invenzione di una nuova tecnologia agronomica, la marcita. Si è generato così un sistema che, ulteriormente perfezionato dai monaci cistercensi di Chiaravalle e dagli Umiliati di Viboldone, garantiva lo sviluppo agricolo e zootecnico della regione e, ultimamente, la grandezza dei signori di Milano, i Visconti e gli Sforza.

Ma la storia non si è fermata e la fama della marcita come sistema per depurare le acque "luride" urbane e allo stesso tempo per fertilizzare i suoli si è diffuso in Europa e i grandi agglomerati urbani, come Parigi, Londra, Berlino, hanno cercato di imitare il sistema depurativo/irriguo delle marcite con la costruzione dei "campi di spandimento" sfruttando quindi il potere depurativo dei terreni per la purificazione degli scarichi fognari urbani. Ma ancora una volta è richiesto un nuovo salto tecnologico: l'inarrestabile sviluppo urbano e la presenza nei liquami fognari degli scarichi industriali derivanti dallo sviluppo impetuoso della produzione, hanno reso i suoli dedicati alla depurazione non più sufficienti, né adeguati.

Occorreva una nuova strategia: la creazione di impianti che

allo stesso tempo potessero eliminare gli scarti industriali e degradare la sostanza organica in modo da ottenere effluenti privi di sostanze tossiche ma ancora ricchi di bionutrienti per le colture. È il momento dei grandi depuratori come quelli, a Milano, di Nosedo, Peschiera Borromeo, San Rocco. E ancora si affacciano nuovi problemi e la necessità di nuove tecnologie come quella del riutilizzo dei fanghi che si producono nei depuratori.

Quanta storia e quanta acqua è passata da quegli inizi di 2000 anni fa; sembra un tempo lontanissimo, ma non è così; se ci pensiamo un momento, 2000 anni sono 80 generazioni umane, sono 80 nonni uno sopra l'altro, pare quasi di poterli toccare. Ma è proprio in questa consapevolezza che sta la nostra forza: la tecnologia avanza incessantemente, ma è solo la memoria di quello che hanno realizzato i nostri progenitori che ci permette di progredire evitando errori e conseguenze negative. Qui sta il valore del libro che oggi viene pubblicato.

LA VETTABBIA, *FLUMEN MEDIOLANENSIS*

MARCO PRUSICKI

Non è certo necessario citare il Berra o il Soresi¹ per ricordare come non si possa trattare delle marcite nel territorio lombardo senza accennare alla Vettabbia, il *flumen mediolanensis* di antichissima origine, con il quale i Cistercensi di Chiaravalle e gli Umiliati di Viboldone “adacquavano le belle praterie appartenenti alla loro religione”².

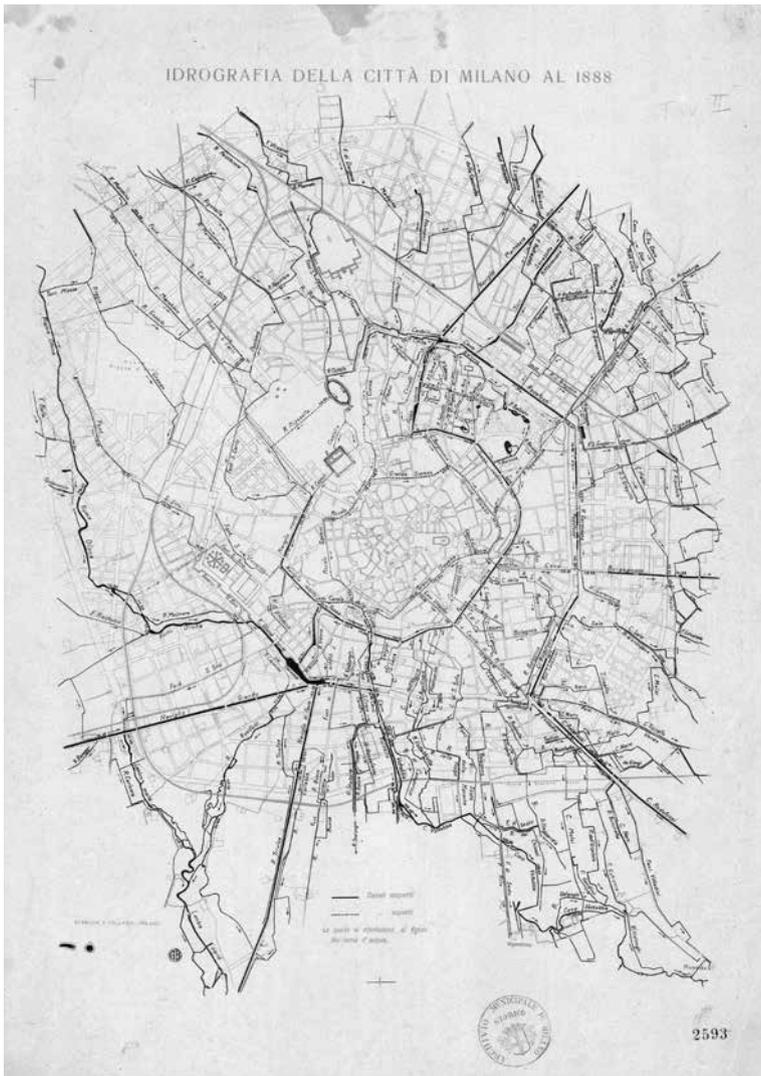
La Vettabbia va innanzitutto riconosciuta come uno degli elementi primari del sistema delle acque di Milano, ovvero di quel grande progetto messo a punto in più di duemila anni per l’unica grande città europea “lontana da fiumi a libero corso”³ e cancellato in meno di un secolo dalla sua trasformazione moderna (figg. 1, 2).

La persistenza stessa della Vettabbia testimonia della sua necessità. Ma la Vettabbia attuale è molto diversa da quella conosciuta dal Soresi all’inizio del Novecento, a sua volta molto diversa da quella vista dal Berra, un secolo prima, all’inizio dell’Ottocento: pur rimanendo sempre vitale per la città e il territorio, il suo tracciato, le sue acque, le sue stesse funzioni sono infatti variate molte volte.

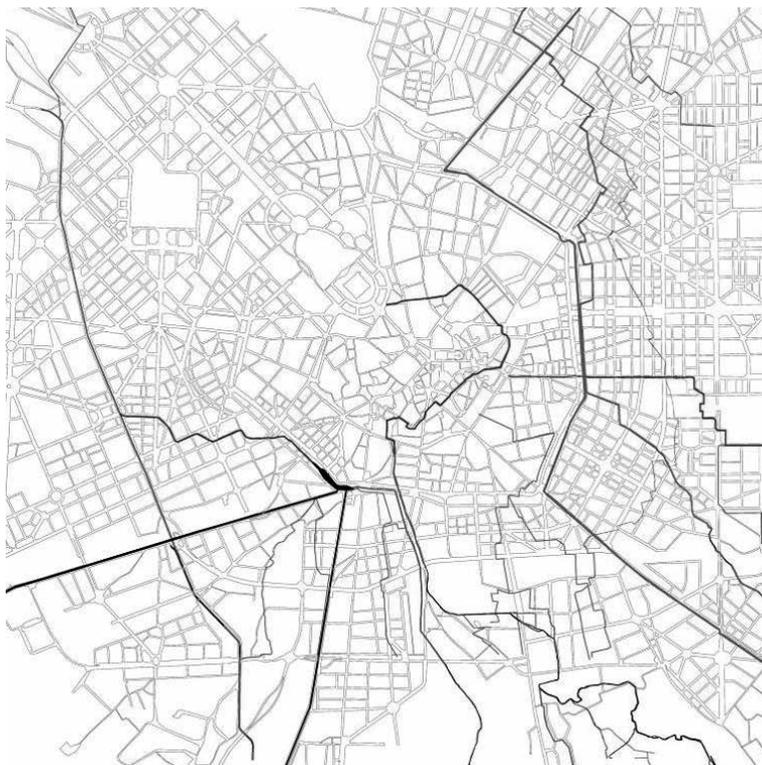
¹ Berra, 1822; Soresi, 1914.

² Berra, 1822: 10.

³ Poggi, 1911: 165.



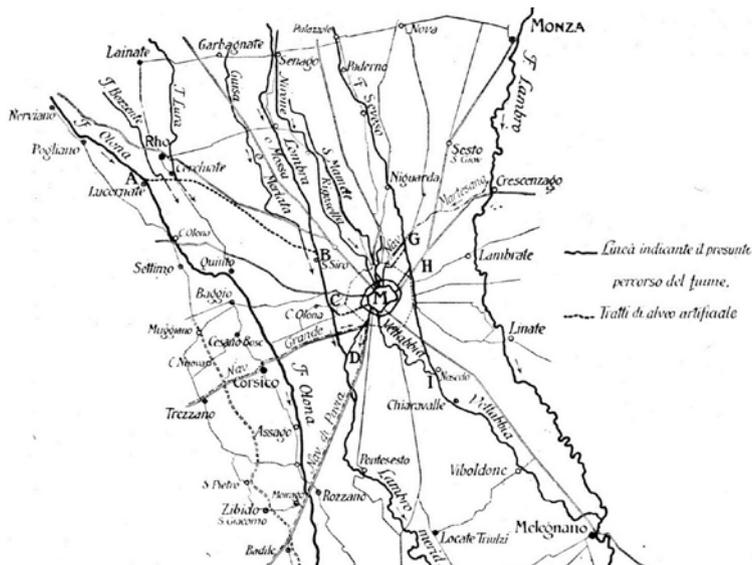
1. Idrografia della città di Milano al 1888. Da Poggi, 1911.



2. Idrografia della città di Milano al 2015.

Come un grande monumento storico, nei diversi momenti della sua vita millenaria, essa ha assunto forme e ruoli diversi, esito dei molti progetti che le hanno di volta in volta ridato significato e che ci proponiamo di ricostruire utilizzando le fonti disponibili⁴.

⁴ Il testo costituisce una sintesi aggiornata di studi precedenti, cfr. Prusicki, 2006; 2012; 2014.



3. Carta indicante il probabile andamento dei fiumi Olona, Seveso e Lambro Meridionale (Lombra o Nirone), (particolare). Da Poggi, 1911.

1. La Vettabbia che “un tempo, associata al fiume Lambro, quotidianamente ci offriva, colla premura di una madre, tutte le ricchezze dei paesi transmarini” (origini-XII sec.)

Una prima questione da affrontare riguarda l’origine della Vettabbia certamente “antichissima, tanto antica che, con frase usata, si può dire perdasi nella notte dei tempi”, come afferma Felice Poggi che per primo ne aveva ricostruito l’andamento “agli ultimi secoli dell’impero romano” (fig. 3).

Recentemente Massimiliano David ha formulato l’ipotesi che potrebbe trattarsi del tratto meridionale di un torrente, il Garboga, proveniente dalle Groane, che lambiva la città romana alla sua sinistra e proseguiva a sud “nella cosiddetta Vettabbia che

dunque non nasceva improvvisamente nell'immediata periferia meridionale di Milano", come indicato dal Poggi, bensì faceva parte di "un unico corso d'acqua originario che versava le proprie acque nel bacino del Lambro"⁵ (fig. 4).

Tale ipotesi, tuttavia, non spiega le evidenti discontinuità del tracciato di questa sua parte meridionale che fanno piuttosto pensare a un'opera di canalizzazione: un vero e proprio "progetto di riconnessione" che ha portato a unità elementi diversi, in parte artificiali e in parte naturali⁶, strettamente correlato alle complesse opere di deviazione dell'Olonà, "soluzione romana ai problemi di trasporto fluviale nella pianura milanese"⁷.

La giacitura, la regolarità e l'orientamento del primo tratto, che da piazza Vetra, dove è stata ipotizzata la presenza di un porto⁸, raccoglieva le acque cittadine del Seveso, del Nirone e dell'Olonà, deviate verso la città, e proseguiva quasi rettilineo, in direzione sud-est, fino al luogo denominato Morivione⁹; il fatto che proiettato verso nord esso converga sul Carrobbio mantenendosi perpendicolare all'asse riconosciuto come *Decumanus Maximus*, ne rendono evidente la coerenza e dunque la possibile appartenenza all'impianto della centuriazione, il grande progetto di riorganizzazione agrimensoria attuato dai romani nel territorio milanese nel I sec. a.C. "orientato da NNE a SSW secondo la naturale pendenza del suolo e quasi forgiato sulla direttrice che si dipartiva dalla porta sita al Carrobbio, dirigendosi verso la zona di Abbiategrasso"¹⁰.

⁵ David, 2001-2002: 30.

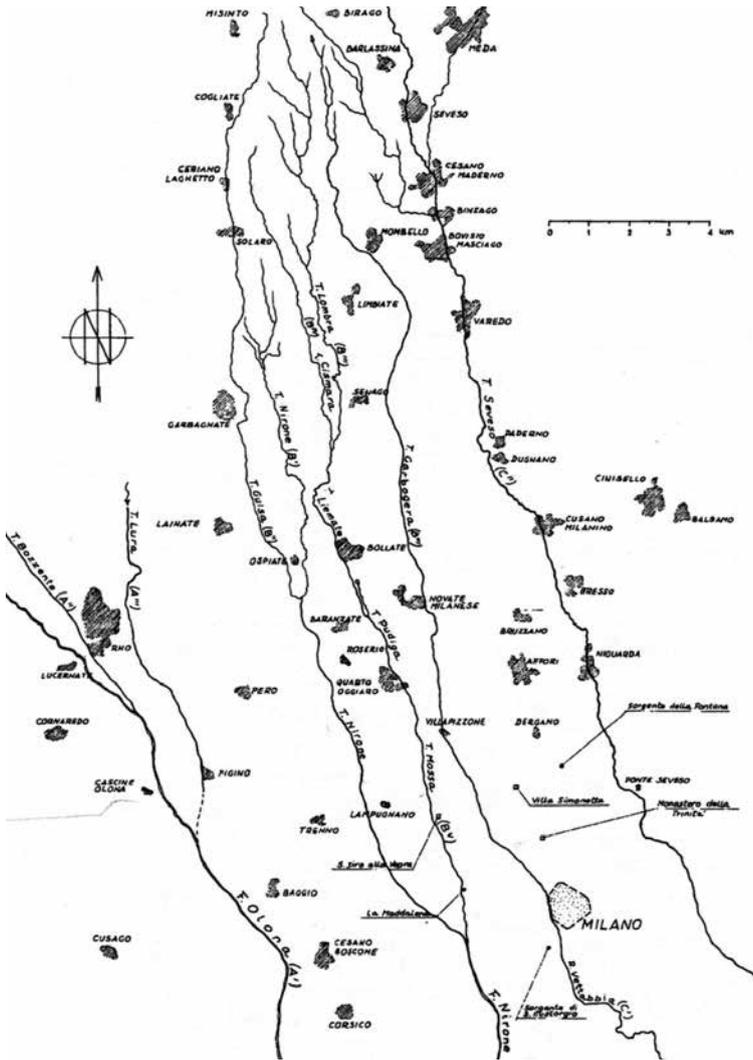
⁶ "La roggia Vettabbia fu 'forzata' nel percorso e distaccata dalla sua antica fascia alluvionale, per assumere un andamento con una terza griglia [centuriale]" (Antico Gallina, 2012: 29), cfr. Prusicki, 2012.

⁷ David, 1992: XXIII-XXIX.

⁸ Caporusso, 2007: 89-91.

⁹ Oggi questo tratto corrisponde al tratto tombinato che segue le vie Calatafimi, Col Moschin, Castelbarco, e al primo tratto scoperto di via Bazzi.

¹⁰ Antico Gallina, 2012; Id., 1994: 39.



4. Ricostruzione dell'assetto idrografico in epoca augustea (particolare). Da David, 2001-2002.

Il secondo tratto compie diverse anse fino a giungere al nucleo di Nosedo e potrebbe corrispondere all'alveo recuperato di uno "di quei fiumiciattoli della campagna milanese [...] scorrenti fra il Seveso e la Lombra interrotti colla costruzione della città, le cui acque vennero raccolte nella sua fossa di difesa"¹¹.

Il terzo tratto da Nosedo prosegue in direzione sud-est con un andamento più regolare del precedente, fino nei pressi del nucleo di Pedriano; sempre secondo il Poggi, in questo tratto la Vettabbia riprenderebbe l'alveo naturale del fiume Seveso, precedentemente deviato molto più a monte per portare acqua alla città¹².

Il quarto ed ultimo breve tratto che da Pedriano confluisce nel Lambro Settentrionale dopo un brusco cambiamento di direzione e l'attraversamento della via Emilia, fa di nuovo supporre un'opera di canalizzazione¹³.

La seconda questione che si pone è, quindi, la ragione per la quale quest'opera così complessa sia stata realizzata.

L'ipotesi della sua originaria funzione di canale navigabile suggerita, come è noto, dal cronista medioevale Landolfo Seniore che riferisce la tradizione secondo la quale quel fiume era chiamato *Vitabilis* (da *vehere* = trasportare), perché "un tempo, associato al fiume Lambro, quotidianamente ci offriva, colla premura di una madre, tutte le ricchezze dei paesi transmarini"¹⁴, è presente in tutta la letteratura sull'idrografia milanese, anche se non da tutti condivisa¹⁵, ed è oggi ormai data per certa¹⁶.

¹¹ Poggi, 1911: 20.

¹² *Ibidem*: 184.

¹³ "Quando uno di questi corsi d'acqua si discosta sensibilmente da tale andamento – il naturale declivio del terreno – senza cause naturali apparenti segno è quasi certo che la mano dell'uomo vi ebbe parte" (Poggi, 1911: 171).

¹⁴ Poggi, 1911: 176-177.

¹⁵ Bruschetti, 1834: 95; Biscaro, 1908: 285; Passerini, 1953: 161.

¹⁶ David, 2001-2002: 31.

A rafforzarla concorre anche una riflessione sulle ragioni della localizzazione dell'anfiteatro romano, uno dei più grandi dell'Italia settentrionale, costruito nei primi decenni del I secolo d.C. proprio nei pressi del nodo idraulico di Porta Ticinese e del porto già citato¹⁷.

È possibile che la Vettabbia nel suo intero tracciato resti navigabile fino al X-XI secolo, quando fu destinata alle esigenze dei mulini¹⁸.

Dobbiamo immaginarci, dunque, un corso d'acqua navigabile, di notevole larghezza¹⁹ e una ampia valle, i cui caratteri identitari fondamentali, ancora oggi riconoscibili, sono già definiti in epoca tardo antica²⁰ (fig. 5).

2. La Vettabbia "spina dorsale della terra monasterii" (XII-XVII sec.)

A partire dalla fondazione del monastero di Chiaravalle nel 1135 e di Viboldone, di poco successiva²¹, la Vettabbia diventa la "spina dorsale"²² di un vasto territorio costituito dalle rispettive possessioni. La Valle si trasforma progressivamente nel "centro bi-

¹⁷ "Una recente ricerca sul territorio di Trezzo ricorda un'antica derivazione dell'Adda, probabilmente già esistente in epoca romana, [...] che si immetteva nel Lambro prima di Melegnano [...] e avrebbe potuto consentire il trasporto dei blocchi di ceppo – che provenivano dalla bergamasca – necessari per la costruzione dell'anfiteatro, dall'Adda, tramite il Lambro e la Vettabbia, fino al porto di Milano" (Ceresa Mori, 1998: 28).

¹⁸ Antico Gallina, 2012: 33

¹⁹ Bruschetti cita un arbitrato del 26 agosto 1311 che imponeva di riadattare il "letto della Vettabbia [...] allo stato pristino ed antico nella larghezza di braccia 18 [m 10,70]" (Bruschetti, 1834: 141).

²⁰ "Lungo i margini terrazzati [...] della Vettabbia troviamo Vaiano, cascina Gerola, cascina Tecchione, Civesio, Viboldone, Mezzano, Pedriano; lungo il limite opposto Nosedo, cascina Grande, Chiaravalle, cascina Bagnolo" (Antico Gallina, 2012: 27).

²¹ Ipotizzato intorno al 1140. Cfr. Marrucci, 1990: 67; Alberzoni, 1993: 101-129.

²² Chiappa Mauri, 1990: 79.



5. Le Valli della Vettabria e del Lambro nella Carta geologica d'Italia in scala 1:100.000 (particolare).

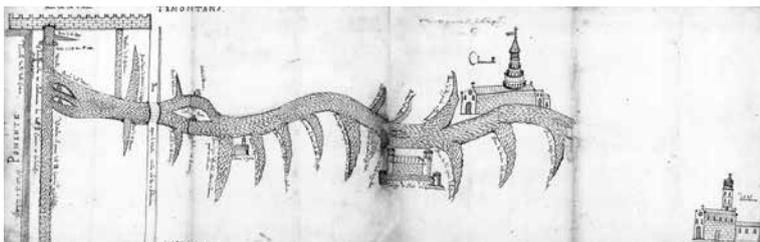
polare” di una operosa “città contadina sperimentale” di coloni “riuniti in esperimento di vita collettiva”²³, strettamente legato al progetto di bonifica ed alla volontà di creare una situazione di equilibrio tra caratteri naturali del territorio e scelte insediative, propria del modello bernardino²⁴.

Una minuziosa descrizione del territorio circostante il monastero di Chiaravalle e la Grangia di questo periodo ci è pervenuta attraverso un prezioso documento, redatto quasi integralmente nel 1578, il *Libro de li prati*²⁵, dove, tuttavia, la Vettabria, talvolta ricordata nei testi, non viene mai rappresentata sulle mappe.

²³ Romanini, 1977: 125-126.

²⁴ Alberzoni, 1993; Borasio, 1999.

²⁵ Chiappa Mauri, Fantoni, 2001.



6. La Vettabbia tra Milano e l'abbazia di Chiaravalle, disegno a inchiostro del XVI secolo. Archivio di Stato di Milano, Fondo di religione, cart. 2393, ff. AI, AII.

Il fatto appare ancora più sorprendente se confrontiamo il *Libro* con un altro documento all'incirca coevo: il noto disegno del XVI sec. conservato all'Archivio di Stato di Milano (fig. 6), dove invece il *flumen* è ritratto come un gigantesco "drago", "agghindato" con molti mulini, che si snoda irruente nella campagna alimentandola con tante "bocche" e sfiora la chiesa di Santa Maria di Chiaravalle, "accarezzandola" prima di proseguire verso Viboldone. Ma la sua descrizione è tutt'altro che fantasiosa: la Vettabbia fuoriesce da un tombone aperto nei "muri della città di Milano" e si sdoppia al Morivione, cedendo un quinto della portata al canale detto "de li Certosini e de il Castellazzo", affiancato da una strada che va a Selvanesco. Al di là di essa scorre il "Ticinello de Prà della Certosa". Più a valle, prima di incrociare la strada "che va a Landriano", ovvero la Vigentina, la Vettabbia riceve le acque della "Vitabia di Sant'Apolinare".

Una spiegazione della sua assenza dalle immagini del *Libro* viene suggerita dalla Fantoni, che rileva come i prati di cui vi si tratta "non attingessero acqua direttamente dalla Vettabbia, ma da altri corpi d'acqua, talvolta derivati dalla Vettabbia medesima"²⁶,

²⁶ *Ibidem*: 20.

senza tuttavia formulare alcuna ipotesi circa il suo possibile tracciato. Più a valle, verso Viboldone, la Vettabbia si ricompone, come viene testimoniato dalla mappa della Pieve di San Giuliano Milanese redatta più o meno negli stessi anni del *Libro*²⁷.

Risulta abbastanza chiaro quindi come il *Libro* registri di fatto l'esito di un vero e proprio progetto di trasformazione del corso d'acqua in un fitto reticolo di rogge e canali finalizzato a ripartirne la portata per distribuirla nelle varie possessioni; un nuovo "sistema" che modifica radicalmente il paesaggio della parte mediana della Valle, sempre più caratterizzata dai prati marcioi.

Attuato per fasi, certamente in un arco di tempo abbastanza lungo attraverso una successione di interventi diversi, il progetto del nuovo "sistema" si intreccia con i profondi cambiamenti dell'intero sistema delle acque milanesi²⁸.

In una prima fase, dalla fondazione del monastero al termine del XII secolo, la Vettabbia continua a ricevere come nel periodo antico le acque del Seveso, del Nirone e dell'Olona, ma non è sicuramente più navigabile come dimostra la presenza di mulini lungo il suo corso²⁹, anche precedenti alla fondazione del monastero³⁰: in loco *Valeate*, forse Vaiano Valle, ad esempio, nel 912 ve ne era uno di proprietà del monastero del Gisone³¹.

Intorno al 1138, appena insediati, i monaci cistercensi ne costruiscono uno per il monastero, lungo la riva destra³². Ancora esistente entro il perimetro del complesso, anche se in forma diversa da quella originaria³³, il mulino è stato recentemente re-

²⁷ Brivio et al., 1985: 84.

²⁸ Fantoni, 1990.

²⁹ Comincini, 2002: 140.

³⁰ Chiappa Mauri, 1993: 64.

³¹ Chiappa Mauri, 1984: 13.

³² Mamoli, 1995: 33, nota 18.

³³ Cicirello, 1992: 270-276.

staurato e aperto al pubblico. In una seconda fase, all'inizio del XIII secolo, la Vettabbia si arricchisce delle nuove acque portate dal Naviglio Grande³⁴, che vi si immette passando poco più a sud della basilica di Sant'Eustorgio, lungo il tracciato dell'attuale via Sambuco³⁵, nel punto dove oggi termina via Calatafimi. In questa fase, Naviglio Grande e Vettabbia vengono a costituire un unico sistema idrografico e l'attività di regimazione delle acque inizia a svilupparsi velocemente. Nel 1256, gli utenti della Vettabbia, sottoscrivono uno *Statutum et [...] ordinamentum et [...] obligatione* con l'obiettivo di cautelarsi da ogni possibile diminuzione dei prelievi in vista dell'allargamento del Naviglio Grande che di lì a poco avrebbe modificato la situazione idrografica dell'intero settore meridionale del suburbio cittadino.

In una terza fase, dopo la costruzione nel 1269 della Vitabia di Sant'Apollinare e del Ticinello, con le opere eseguite tra il 1269 e 1271 per rendere navigabile il Naviglio e la costruzione del Redefossi, iniziata nel 1323 e certamente conclusa entro il 1356, comincia a prendere corpo il progetto che abbiamo definito "sistema Vettabbia". È questa la fase in cui anche gli impianti motori diventano elementi fondamentali della "città contadina", caratterizzando l'identità dell'intera Valle³⁶.

A fine Trecento il monastero cistercense ne possedeva almeno undici³⁷. E ve ne erano anche molti altri di proprietà diverse. Si trattava per lo più di grandi complessi, come indica il termine usato spesso di *mollandinum*, distribuiti ad una distanza abbastanza regolare l'uno dall'altro lungo l'asta fluviale, almeno fino a Nosedo, creando una fitta sequenza di cittadelle sull'acqua.

La Vitabia di Sant'Apollinare aveva origine dal fossato citta-

³⁴ Comincini, 1981.

³⁵ Malara, 2011: 148.

³⁶ Chiappa Mauri, 1984; Mamoli, 1995: 29-45.

dino a Porta Romana, a fianco della chiesa di Sant'Apollinare e attraversava le vigne e i prati del monastero di San Celso. Utilizzando la cartografia storica è possibile verificare la coincidenza del tracciato individuato con quello che abbiamo ipotizzato congiungesse in periodo antico il Morivione alla pusterla di Santo Stefano, passando per via Sant'Antonio³⁸.

È anche interessante rilevare come gli utenti della Vettabbia se ne addossarono interamente le spese (gran parte delle quali vennero sostenute proprio dal monastero di Chiaravalle) in quanto ne avrebbero avuto il maggior vantaggio e che il podestà cittadino e Napo della Torre promisero di riservare l'uso delle acque dello scolmatore e quelle della Vettabbia esclusivamente agli stessi utenti³⁹. Nello stesso anno erano iniziati i lavori di ampliamento per rendere navigabile il Naviglio Grande che aumenteranno la portata immessa nella Vettabbia. Ne approfittò immediatamente Napo Torriani; per irrigare la sua grandissima possessione di Selvanesco, fa scavare il Ticinello che ancora oggi convoglia verso sud parte delle acque del Naviglio. Nel 1323 Galeazzo I Visconti fa costruire a difesa dei borghi esterni un fosso, il Redefossi, alimentato dal Seveso attraverso la sua antica derivazione (il Sevesetto), che scarica una parte delle sue acque nella Vettabbia, aumentandone la portata. Il Redefossi rimarrà fino alla fine del XV secolo una semplice barriera doganale ma assumerà grande importanza in seguito, quando sarà assunto come riferimento per la costruzione della cinta dei bastioni⁴⁰.

Una quarta fase può essere identificata a partire dalla metà del XIV sec., quando, nel 1346, vengono emanati gli *Statuti delle acque*

³⁷ Chiappa Mauri, 1984: 80; Mamoli, 1995: 46.

³⁸ Prusicki, 2012: 172-s.

³⁹ Chiappa Mauri, 1990:148-s.

⁴⁰ Poggi, 1911: 232.

*e delle strade del contado di Milano*⁴¹, dimostrando quanto proprio la cura delle acque e delle strade fosse al centro della politica territoriale del Ducato, anche se nessun articolo specifico è dedicato alla Vettabbia. Probabilmente essa è già ben regolata dallo statuto degli utenti, dalla successiva convenzione del 1269 con il comune di Milano e dai responsi dei quattordici giusperiti interpellati nel 1296⁴².

Una quarta ed ultima fase prende avvio dopo il completamento dell'anello dei bastioni spagnoli, nel 1560, quando il Naviglio Grande viene deviato all'esterno delle nuove mura e separato dalla Vettabbia che perde così definitivamente le sue acque.

Ma il progetto del "sistema Vettabbia" è ormai compiuto: secondo il *Libro de li Prati*, intorno al 1578, esso si basava principalmente su tre assi fondamentali: la *Vettabbietta*; la "Vitabia nostra di casa o del monasterio" che può essere identificata con la roggia Masnengo-Masnon, o cavo Macconago, originata da due fontanili in territorio di Vaiano Valle, e che probabilmente corrispondeva al corso originario del *flumen*, alimentandone il Mulino del monastero; la Roggia di Mezo, che Fantoni identifica, almeno ipoteticamente, con la roggia Melzi⁴³.

3. La Vettabbia: "quello dei corsi d'acqua al quale meglio convenisse di collegare gli scarichi della fognatura" (XIX-XX sec.)

La Vettabbia trova una nuova definizione alla fine Ottocento con il progetto di fognatura di Milano, elaborato dal Poggi come complemento al primo *Piano Regolatore e di Ampliamento della città* approvato nel 1889⁴⁴. Da secoli la Vettabbia svolgeva la funzione

⁴¹ Stella, Farina, 1992: XXI.

⁴² I giusperiti confermarono i diritti consuetudinari, e, per effetto del privilegio di Federico II del 1226, la prevalenza di quelli cistercensi, cfr. Mamoli, 1995: 32.

⁴³ Chiappa Mauri, Fantoni, 2001: 20-22.

⁴⁴ Boriani et al., 1992.

di principale vettore delle acque fognarie della città. Queste venivano depurate naturalmente irrigando il vasto settore compreso tra la Vigentina e la via Emilia, mantenendo così in equilibrio sistema urbano e sistema agricolo che traeva forte vantaggio dalle sue “acque grasse”, in particolare proprio per l’adacquamento delle marcite che consentivano una maggiore resa produttiva. Per lungo tempo, quindi, ciò che veniva rifiutato dalla città diventava risorsa per la campagna in grado di produrre ricchezza; e di questo c’era allora chiara consapevolezza.

“La Vettabbia appariva – dunque – sotto tutti i rapporti quello dei corsi d’acqua al quale meglio convenisse di collegare gli scarichi della fognatura”⁴⁵.

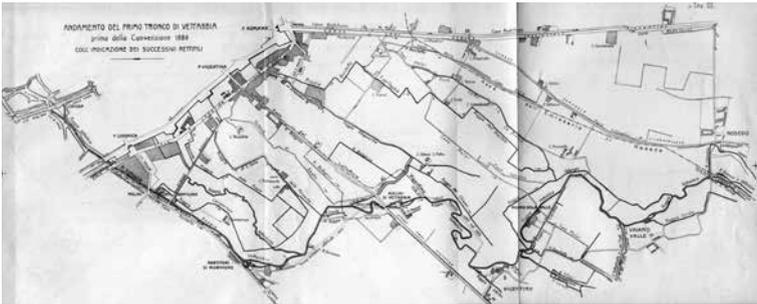
Tuttavia, a valle di Nosedo, il “corso della Vettabbia veniva a cessare” per via delle sue storiche “ramificazioni”⁴⁶, e per smaltire le acque di pioggia occorreva continuare il suo percorso fino al Lambro come era in origine. A questo scopo, sulla base di una convenzione stipulata nel 1889, viene realizzato a spese del Consorzio Utenti della Vettabbia, un nuovo canale che riceve presso Nosedo le acque dell’omonimo emissario, uno dei maggiori collettori della città (corrispondente alle vie Bosco e Bessarione, successivamente definite sul suo tracciato), per recapitarle nella Vettabbia Bassa (da Chiaravalle al Lambro), appositamente ampliata fino al suo sbocco nel Lambro presso Melegnano⁴⁷ (fig. 7).

Il primo tratto della Vettabbia Alta viene assorbito dalla prima espansione del tessuto urbano prevista dal *Piano Regolatore* e cancellato alla vista tra via Santa Croce e la nuova strada di circonvallazione. È interessante notare, tuttavia, come nella prima versione del *Piano* (fig. 8), la Vettabbia viene assunta come rife-

⁴⁵ Poggi, 1911: 221.

⁴⁶ *Ibidem*: 214.

⁴⁷ *Ibidem*: 330-s.



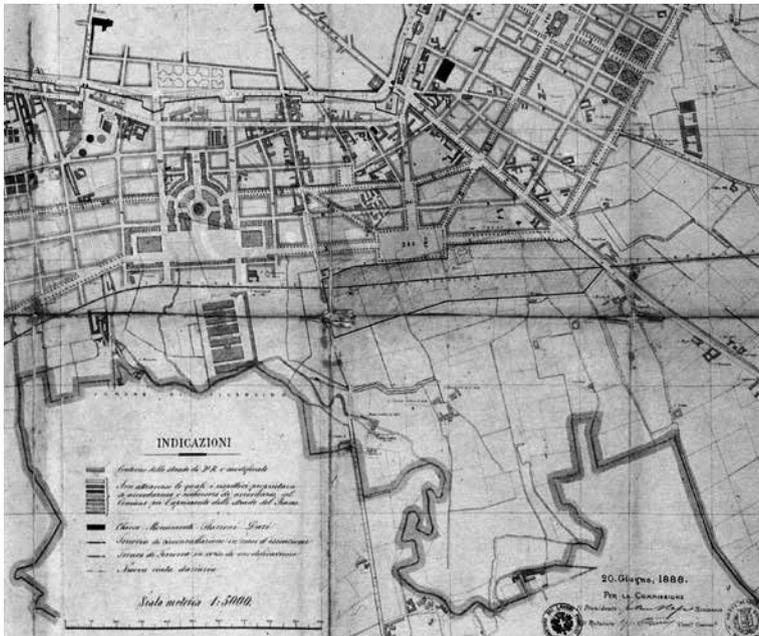
7. Andamento del primo tronco di Vettabbia prima della Convenzione 1889 con l'indicazione dei successivi rettifici. Da Poggi, 1911.



8. C. Beruto, *Progetto del Piano Regolatore della città di Milano, 1884* (particolare). Da Boriani, 1992.

rimento per tracciare un nuovo asse viario in prosecuzione della via Col Moschin già esistente, fino all'intersezione con il nuovo viale di circonvallazione esterno, parallelo all'anello ferroviario, che in questo punto flette avvicinandosi alla città per non interferire con il nodo idraulico del Morivione.

Nella versione approvata invece (fig. 9), il proseguimento di via Col Moschin abbandona il tracciato del corso d'acqua e si pone in coerenza con la nuova maglia di isolati, orientata da via del Gentilino, allargata nel 1877. In realtà, il proseguimento di via Col Moschin sarà realizzato come previsto nella prima proposta, ovvero seguendo la Vettabbia, e prenderà il nome di via



9. Comune di Milano, *Piano Regolatore edilizio e di Ampliamento della Città di Milano, 1888-89* (particolare). Da Boriani, 1992.



10. Lavori di copertura dei due rami di Vettabbia in via Calatafimi, 1898-1899, fotografia, autore n. id. Archivio storico Fognature e Corsi d'acqua, Milano. Sulla sinistra l'angolo del Lavatoio di Santa Croce progettato dall'ing. Brotti realizzato nel 1895. Da Brown, Gentile, Spadoni, 1990.

Morivione (oggi via Castelbarco). Il tratto corrispondente sarà però interamente tombinato, come anche fu tombinato, tra il 1898 e il 1899, il tratto di via Santa Croce, e Vettabbia-Sambuco corrispondenti all'attuale via Calatafimi, dove, curiosamente, solo pochi anni prima, nel 1895, era stato realizzato un nuovo lavatoio pubblico su progetto dell'architetto Enrico Brotti (fig. 10). Il tratto tra Nosedo e il Lambro, ovvero quello coincidente con il paleoalveo del Seveso, ritrova invece, dopo molti secoli, una sua specifica identità come collettore fognario a cielo aperto, mantenendo contemporaneamente elevato il valore della produzione agricola come dimostra la *Pianta topografica dei terreni irrigati dalle acque di fognatura della città al 1909* pubblicata dal Poggi⁴⁸ (fig. 11).

Il progressivo deterioramento della qualità delle acque dovuto allo sviluppo urbano degli anni Cinquanta inizia a compromettere pesantemente il precedente equilibrio ecosistemico dell'area⁴⁹: nei nuovi studi per la fognatura viene per la prima volta indicata l'opportunità di realizzare un depuratore nell'area antistante l'abbazia di Chiaravalle⁵⁰ e, per far fronte all'aumento di carico dovuto all'espansione, nel 1960 la "roggia Vettabbia" viene riadeguata⁵¹, mentre la qualità delle sue acque continua a peggiorare.

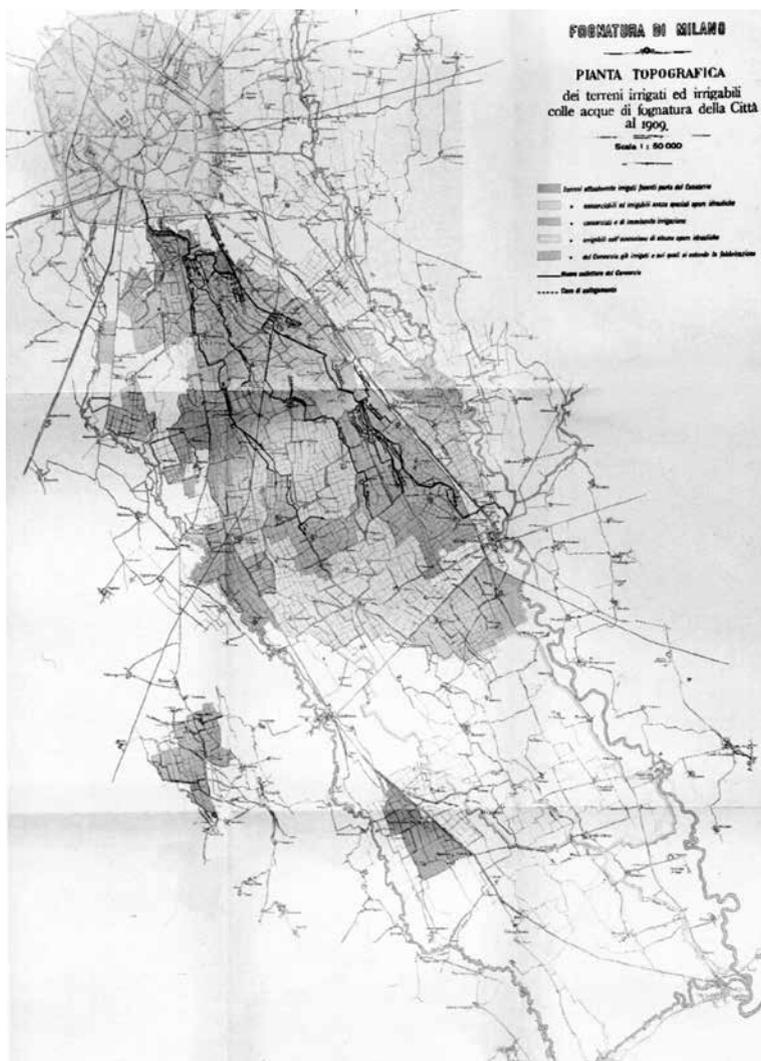
In previsione della costruzione del Depuratore di Nosedo, alla fine degli anni Novanta, il Comune di Milano realizza nuove opere di collettamento che eliminano completamente l'immissione delle portate fognarie nella Vettabbia Alta. Contemporaneamente viene immessa nel suo alveo acqua pulita, proveniente dall'emungimento di pozzi realizzati per tenere sotto controllo in ambito urbano il fenomeno della risalita della falda.

⁴⁸ *Ibidem*: 376, tav. VI.

⁴⁹ Columbo, 1960: 197.

⁵⁰ *Ibidem*: 201.

⁵¹ *Ibidem*: 197.



11. Pianta topografica dei terreni irrigati e irrigabili con le acque di fognatura di Milano al 1909. Da Poggi, 1911.

4. La Vettabbia e la sua valle nella “Milano Metropoli Rurale”⁵² (XXI sec.)

Il Depuratore entra in funzione a pieno regime nel 2005 dopo oltre trent’anni di attesa⁵³. Il riuso irriguo delle acque trattate⁵⁴ determina le condizioni per un evento epocale: la rinascita della Vettabbia, che dopo essere stata per oltre un secolo il principale canale di fognatura a cielo aperto di Milano, riacquista un nuovo valore e grandi potenzialità non solo paesaggistico-ambientali ma anche produttive, come sistema articolato e complesso, ritrovando nella antica struttura della valle fluviale un riferimento fondamentale.

La nuova Vettabbia si fa in tre: la *Vettabbia Alta – Roggia dell’Accessio*; il *Canale del Consorzio – Vettabbia Bassa*; e la “*Vitabia nostra di casa*” / *Cavo Macconago*.

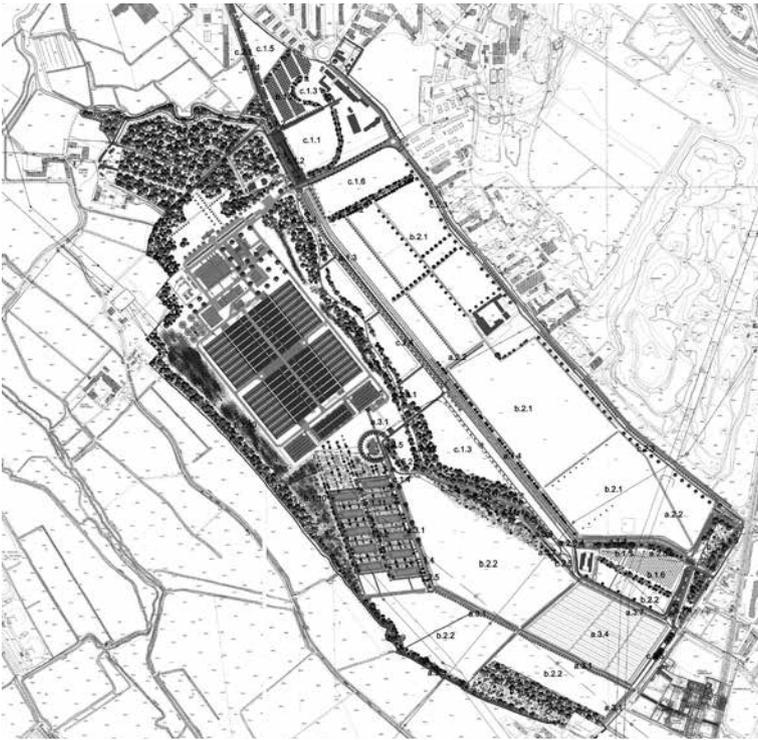
La *Vettabbia Alta – Roggia Accessio* è a sua volta formata da due tratti. Il primo tratto, da via Santa Croce al nuovo partitore di Nosedo, è alimentato con acqua di falda, e costituisce una risorsa fondamentale per il rinnovo del settore urbano che attraversa, come è testimoniato dal nuovo quartiere sorto sull’area della ex OM. Il secondo tratto è formato dalla Roggia Accessio, che costituisce la “spina dorsale” del Parco agricolo urbano della Valle della Vettabbia⁵⁵ (fig. 12). Ricostruita secondo un tracciato natu-

⁵² Dall’Accordo Quadro di Sviluppo Territoriale (AQST) “Milano Metropoli Rurale”, sottoscritto il 14.01.2015 da Regione Lombardia, Città Metropolitana, Comune di Milano (capofila), e quattro distretti agricoli.

⁵³ Iosa, 1986: 266-279.

⁵⁴ Callegari, 2009: 205-209; de Fraja Frangipane, 2011: 83.

⁵⁵ Il parco di oltre 100 ettari, realizzato come opera di mitigazione e di inserimento ambientale del depuratore, è caratterizzato proprio dalla rigenerazione e il recupero delle acque e forma un vasto ecosistema agro-forestale e insieme un nodo fondamentale del sistema fruitivo e culturale e didattico del Sud Milano, parte di un progetto di riqualificazione paesaggistico-ambientale dell’intero ambito vallivo. Il progetto è stato sviluppato e realizzato tra il 2000 e il 2015, da un gruppo di lavoro coordinato da M. Prusicki (progettista incaricato). Cfr. Castellano, 2007; Prusicki, 2015.



12. M. Prusicki, Progetto definitivo del Parco agricolo-urbano della Valle della Vettabbia, planimetria generale. Da Prusicki, 2015.

raliforme (fig. 13), essa viene alimentata con acque depurate, in attesa di aumentare le immissioni in Vettabbia più a monte.

Anche il *Canale del Consorzio – Vettabbia Bassa* è formato da due tratti. Il *Canale* vero e proprio che viene mantenuto con funzione di troppo pieno e rimane attivo con una piccola quota di soccorso immessa al partitore; la *Vettabbia Bassa* che viene interamente alimentata con acque depurate immesse poco prima di sottopas-



13. Il nuovo alveo della roggia Accessio – Vettabbia, 2015. Foto M. Prusicki.



14. La marcita di Chiaravalle ricostruita di fronte all'abbazia, 2015. Foto M. Prusicki.

sare via Sant'Arialdo, e conserva la sua fondamentale funzione irrigua, vitale per la riqualificazione paesaggistico-ambientale e produttiva della Valle.

La “*Vitabia nostra di casa*”, ovvero il *Cavo Macconago*, viene ripristinata, anch'essa con acque depurate, consentendo non solo di rimettere in funzione il Mulino dell'Abbazia e di irrigare i terreni agricoli di Poasco, ma anche di alimentare un bosco umido e la Marcita di Chiaravalle, smantellata alla fine degli anni novanta del Novecento e ricostruita con funzione ambientale, oltreché paesaggistica e testimoniale, nella posizione originaria nell'area antistante il complesso abbaziale (fig. 14).

BIBLIOGRAFIA

- Alberzoni, M. P., 1993. "San Bernardo e gli Umiliati", in *San Bernardo e l'Italia*, a cura di P. Zerbi, Vita e Pensiero, Milano.
- Antico Gallina, M. V., 1994. *Zivido, mille anni di storia dall'alto medioevo alla Battaglia dei Giganti (1515)*, Grafiche G. M., Spino d'Adda (Cremona).
- 2012. "Nocetum: il divenire di un paesaggio", in *La Valle dei Monaci*, a cura di M. Canella e E. Puccinelli, Nexo, Milano.
- Berra, D., 1822. *Dei prati del Basso Milanese detti a marcita*, Imperial Regia Stamperia, Milano.
- Biscaro, G., 1908. "Gli antichi navigli milanesi", *Archivio Storico Lombardo*, IV s., XXXV: 285-326.
- Borasio, M., 1999. "Le valli dei monaci e Bernard de Clairvaux", in: *Studi per la progettazione di nuove unità ecosistemiche polivalenti nel basso milanese: Chiaravalle*, Regione Lombardia, Milano.
- Boriani, M. et al., 1992. *La Milano del Piano Beruto (1884-1889)*, Guerini e associati, Milano.
- Brivio, E. et al., 1985. *Itinerari di San Carlo Borromeo nella cartografia delle visite pastorali*, Unicopli, Milano.
- Brown, M., Gentile, A., Spadoni, G., 1990. *Viaggio nel sottosuolo di Milano. Tra acque e canali segreti*, Comune di Milano, Milano.
- Bruschetti, G., 1834. *Teoria dei progetti e delle opere per l'irrigazione del Milanese*, Ruggia, Lugano.
- Callegari, A., 2009. "Un depuratore «amico». L'impianto di Nosedo, «cuore» intelligente del parco agricolo urbano della Vettabbia", *Ingegneria Ambientale*, n. 5: 205-209.
- Caporusso, D. et al., 2007. *Immagini di Mediolanum, Archeologia e storia di Milano dal V secolo a.C. al V secolo d.C.*, ET, Milano.
- Castellano, A. et al., 2007. *Il verde a Milano. Parchi, giardini, alberate, sistemi verdi della città e del suo territorio dal Cinquecento a oggi*. Abitare Segesta, Milano.
- Ceresa Mori, A., 1998. "La zona di Sant'Eustorgio nel quadro dei dati archeologici", in *I chiostri di Sant'Eustorgio in Milano*, a cura di P. Biscottini, Silvana Editoriale, Cinisello Balsamo (Milano).
- Chiappa Mauri, L., 1984. *I mulini ad acqua nel Milanese (secoli X-XV)*, Società Editrice Dante Alighieri, Roma.
- 1990. *Paesaggi rurali di Lombardia*, Laterza, Roma-Bari.
- 1993. "Strade e acque", in *Milano e la Lombardia in età comunale secoli XI-XIII*, Silvana Editoriale, Cinisello Balsamo (Milano).
- , Fantoni, G., 2001. *Libro de li Prati del Monasterio di Chiaravalle*, Provincia di Milano, Milano.
- Cicirello, C., 1992. "Il mulino dell'abbazia di Chiaravalle", in *Chiaravalle. Arte e storia di un'abbazia cistercense*, a cura di P. Tomea, Electa, Milano: 270-277.

- Columbo, A., 1960, *La fognatura di Milano. Storia, indagini, studi, progetti*, Quaderni della Città di Milano, n. 8, Comune di Milano, Milano.
- Comincini, M., 1981. *Il Naviglio Grande*, Banca popolare di Abbiategrasso, Milano.
- 2002. “I Cistercensi e i canali irrigui prima dei navigli”, in *I Navigli. Da Milano lungo i canali. La bellezza nell’arte e nel paesaggio*, a cura di R. Cordani, Edizioni Celip, Milano.
- David M., 1992. “L’idrografia del territorio milanese”, in *Gli Statuti delle strade e delle acque del contado di Milano*, a cura di A. Stella e L. F. Farina, LED, Milano.
- et al., 2001-2002. “Il paesaggio «corretto»: documenti inediti per lo studio delle captazioni idriche a Milano tra l’età neroniana e l’età costantiniana”, *Geographia Antiqua*, X-XI: 25-31.
- De Fraja Frangipane, E., 2011. *Ingegneria Sanitaria. Due secoli di storia, di cultura, di scienza*, CIPA, Milano.
- Fantoni, G., 1990. *L’acqua a Milano. Uso e gestione nel basso medioevo (1385-1535)*, Cappelli, Bologna.
- Iosa, A., 1986. *Quaderno bianco. I quartieri della zona 14*, Comune di Milano, Milano.
- Malara, E., 2011. *Milano come opera d’arte. Giuseppe Meda (1534-1599) pittore, architetto, ingegnere*, Ulrico Hoepli, Milano.
- Mamoli, F., 1995. “I mulini sulla Vettabbia dell’abbazia di Chiaravalle milanese (secoli XII-XIV)”, *Archivio Storico Lombardo*, XII s., CXXI, II: 29-47.
- Marrucci, R. A., 1990. “Il territorio e il complesso di Viboldone”, in *L’abbazia di Viboldone*, Amilcare Pizzi Editore, Milano: 63-101.
- Passerini A., 1953. “Il territorio insubre nell’età romana”, *Storia di Milano*, Fondazione Treccani degli Alfieri per la storia di Milano, Milano, vol. I: 111-214.
- Poggi, F., 1911. *Le fognature di Milano. Rapporto dell’Ufficio tecnico alla Giunta Municipale su li studi e lavori relativi alla fognatura nel periodo dal 1868 al 1910*, Antonio Vallardi, Milano.
- Prusicki, M., 2006. “Area Sud Milano. Uno scenario strategico di riqualificazione paesistica del Basso Milanese”, *LOTO Esperienze a confronto in Lombardia*, Regione Lombardia, Milano: 52-93.
- 2012. “La valle della Vettabbia risorge”, in *La valle dei Monaci*, cit.: 131-175.
- 2014. “Un progetto per la Valle della Vettabbia”, in *Sud Milano. Storie e prospettive di un territorio*, a cura di F. Florida, Il Poligrafo, Padova.
- 2015, “Il Parco Agricolo Urbano della Valle della Vettabbia a Milano”, in *Heritage of Water, patrimonio e paesaggi di bonifica*, a cura di M. Vanore e C. Visentin, Istituto Alcide Cervi Editore, Gattatico (Reggio Emilia): 312-319.
- Romanini, A. M., 1977. “Appendice agli «Aggiornamenti sull’arte cistercense»”, in *I Cistercensi e il Lazio*, Multigrafica, Roma: 31-35.
- Soresi, G., 1914. *La marcia lombarda*, Flli Ottavi, Casale Monferrato (Alessandria).
- Stella, A., Farina, L. F. (a cura di), 1992. *Gli Statuti delle strade e delle acque del contado di Milano*, LED, Milano.

UN MITO CISTERCENSE: LA MARCITA

MARIO COMINCINI

Al tema delle acque rispetto ai Cistercensi la storiografia, ma soprattutto la divulgazione storica, si è sempre dimostrata molto sensibile, alimentando un mito del passato radicato nella cultura del Milanese: l'acqua come ricchezza qualificante il territorio, introdotta appunto dai Cistercensi importatori di avanzate conoscenze agrarie che consentirono una prodigiosa espansione del coltivo e una conseguente drastica riduzione dell'incolto soprattutto paludoso. Solo un esempio. Secondo Calliari, i Cistercensi arrivarono a Morimondo con già un preciso progetto di valorizzazione del nostro territorio: "I monaci morimondesi avevano bisogno di una vasta estensione di terreno per realizzare il loro programma di bonifica nella valle del Ticino". Per arrivare quindi alla fatidica domanda: "A chi si deve l'introduzione del sistema delle marcite nell'agricoltura lombarda?", con la risposta scontata: "Pensiamo che sia legittimo e doveroso ascrivere ai monaci cistercensi, e prima di tutti a quelli del monastero di Morimondo, il merito e l'o-

* Sintesi di un saggio dal titolo *La marcita. Mito cistercense nella storia del Milanese*, pubblicato nel 2012 come monografia a cura della Fondazione "Abbatia Sancte Marie de Morimundo" e di Italia Nostra - Sezione "Naviglio Grande" e inserito con alcune aggiunte in Comincini, 2014: 41-92, a cui si rinvia per le fonti archivistiche e per la bibliografia.

nore di aver scoperto [?] in Italia questa benemerita novità di cultura agraria”¹.

Il primo a porsi quella domanda fu Paolo Lavezari, membro della Società Patriottica di Lombardia, in una delle note sull’agricoltura milanese che aggiunse all’edizione italiana degli *Elementi di agricoltura* del Mitterpacher (1784):

V’ha eziandio fra noi una maniera di prato adacquatorio, che chiamiamo marcitojo, maniera ch’io inclino a credere fra noi antichissima, dandomene qualche ragione un’investitura del 1231, per cui si fa donazione di una pezza di prato vicino a Milano in questi termini: *Praesbiter Tedaldus donationem fecit de petia illa prati jacentis non longe ab hac civitate, ubi dicitur in prato marcido*².

Il Lavezari venne ripreso da Angelo Fumagalli in una *Memoria storica ed economica sull’irrigazione de’ prati nel Milanese di un monaco cisterciense*, edita nel 1789:

Non saprei né meno affermare se vi avessero allora di quei prati che marci o marcitoj, o di marcita chiamar si sogliono. Se potessimo esser sicuri che quel *pratum marcidum*, che rammentato s’incontra in una pergamena del 1231, citata dal sig. Lavezari, e così pure quegli altri due *prati marcidi* accennati da due carte Chiaravallese, la prima del 1235, e la seconda del 1254, fossero prati a marcita consimili a quelli d’oggi, qualche fondamento avremmo per provarne l’antichità. Ma poiché tal termine può del pari, anzi più propriamente indicarci un prato pel ristagno delle acque divenuto paludoso, o come da noi si suol dire sortumoso, e perciò marcido, trar quindi non ne possiamo alcun valevole argomento. Come il tempo, in cui hanno cominciato i prati marcitoj, così ancora ne ignoriamo l’inventore³.

Il punto da chiarire è quindi se l’espressione “prato marcido”, che compare nei documenti del XII-XIII secolo, equivale a palude

¹ Calliari, 1991: 58.

² Mitterpacher, 1784: 311-s.

³ La *Memoria*, letta nella sessione del 9 gennaio 1784, fu edita negli *Atti della Società Patriottica di Milano*, II, parte II, Milano 1789, pp. 210-233.

oppure a marcita e se quest'ultima è documentata nel Milanese prima dell'arrivo dei Cistercensi nel 1134-1135.

Presupposto della marcita è l'acqua di risorgiva e quindi va accertato se i fontanili esistevano nei secoli indicati. Molte fonti documentarie, che per l'economia di questo testo non possono essere qui richiamate, attestano che in quei secoli erano diffusi non solo i fontanili ma anche i "fiumi". Alcuni fontanili infatti furono tra loro coordinati in funzione di unirne le acque per alimentare un unico corso d'acqua: un "fiume", appunto, in quanto dotato di affluenti (la Mischia, il Rile, la Barona di Gaggiano, la Barona di Loirano, il Refreddo ecc.). Quindi acqua "guidata", per fare in modo che la portata dei singoli corsi, di per sé limitata, fosse ottimizzata in un sistema che, coordinandola con altre, evitasse il suo esaurimento dopo un breve percorso. E Morimondo sorse tra due di questi preesistenti sistemi idrici integrati, cioè la Mischia e il Rile, mentre non risulta che i monaci abbiano portato a Morimondo l'acqua dei fontanili conducendola da nord e quindi, ad esempio, dai territori di Albairate e Corbetta. Morimondo sorse tra la Mischia e il Rile, ma il primo è a circa cinque chilometri a est e il secondo a circa quattro chilometri a ovest: perché non si scavò un *fiume* tra gli altri due preesistenti, per portare acqua a Morimondo? I documenti del XII e XIII secolo attestano un'espansione dei possedimenti dei religiosi sia a est sia a ovest, verso i territori di Gudo ed Ozzero solcati dai due *fiumi* ricordati, mentre non c'è traccia né nei documenti né oggi sul territorio di iniziative idrauliche importanti per il XII secolo: solo più tardi il Ticinello, il Naviglio Grande e il Naviglio di Bereguardo avrebbero incrementato in modo significativo il sistema irriguo attorno a Morimondo, attivo ancora oggi.

Quanto invece a Chiaravalle, i monaci ebbero subito a disposizione l'acqua della Vettabbia ed è anzi da ritenere che fu proprio questo corso d'acqua, unitamente alla vicinanza della strada consolare che usciva da Porta Romana, a condizionare la scelta del

luogo per il nuovo insediamento. Luisa Chiappa Mauri fa notare come nel Duecento l'attività di espansione e di razionalizzazione del patrimonio idrico nel territorio chiaravallese abbia ruotato attorno alla Vettabbia; attività di cui, stando alla documentazione rimastaci, mancano invece tracce significative per il secolo precedente. Comunque anche per il Duecento si trattò appunto soltanto di valorizzare l'acqua preesistente, senza arrivare a tracciare nuovi *fiumi* per portare acqua da lontani fontanili. I monaci chiaravallese quindi estesero in senso qualitativo il beneficio delle acque disponibili, come fecero nello stesso periodo molti altri enti monastici attorno a Milano⁴.

Il silenzio delle fonti, per il secolo XIII e anche XIV, riguardo a nuovi e significativi corsi d'acqua non può essere attribuito a scarsità di documentazione, essendo questa invece particolarmente abbondante per la Vettabbia. Naturalmente si citano anche altri corsi d'acqua ma di carattere locale e lo scavo di nuovi fontanili o lo sfruttamento per quanto razionalizzato di fontanili preesistenti non bastano a giustificare la fama dei Cistercensi quali grandi "canalizzatori", almeno con riferimento a Chiaravalle, dove invece certamente si attuò una canalizzazione secondaria via via che il patrimonio fondiario si allargava.

L'equivalenza tra *prato marcido* e marcita è documentata in diverse aree del Milanese nei secoli XII e XIII. Esaminiamo in particolare un atto con cui nel 1188 i monaci di Morimondo cedono tre appezzamenti di terra presso la confinante località di Ozero⁵.

⁴ Chiappa Mauri, 1990: 84-86, con molti esempi di iniziative volte alla razionalizzazione dell'assetto idrico preesistente. Per una nuova roggia del 1233 si veda ibidem: 85-87. Sui rapporti tra religiosi e Vettabbia, e più in generale sulla politica delle acque intorno al monastero si vedano anche Chiappa Mauri, 1992: 42 e l'edizione del *Libro dei Prati* in Chiappa Mauri e Fantoni, 2001: 7-s.

⁵ Si veda la trascrizione di M. Ansani nel sito internet <http://cdlm.unipv.it>, *Area milanese, Morimondo II*, n. 288.

Per il primo non si fornisce l'estensione perché, essendo destinato a vantaggio della locale chiesa di S. Siro e forse anche perché di modesta dimensione, non se ne tiene conto con precisione quanto alla congruità della permuta. Il secondo appezzamento misura 4 pertiche e 4 tavole e il terzo 14 pertiche, per un totale di 18 pertiche e 4 tavole utili alla comunità ozzereze. Quest'ultima dà in permuta al monastero un appezzamento "in Marcitis (...) per mensuram pertice decem et novem minus tabule octo", quindi 18 pertiche e 16 tavole (essendo la pertica milanese equivalente a 24 tavole).

C'era quindi una congruità nella permuta quanto all'estensione delle terre e la leggera differenza – mezza pertica – corrispondeva certamente anche se magari non esattamente alla superficie dell'appezzamento privo di misura. Invece con un atto del 1189 il monastero cede a Bennone da Ozano sei appezzamenti di terra per complessive 17 pertiche e ne riceve due "in Marcitis" per complessive 17 pertiche: una permuta quindi perfettamente equilibrata quanto a estensione⁶.

È pensabile che il monastero nel 1188 abbia ceduto terre, quindi terreni coltivabili e verosimilmente coltivati, per avere in cambio una pari estensione di terre esclusivamente paludose? Peraltro si diede atto che ciò che ciascuna delle parti riceveva era per sé più utile di quanto ceduto. E per l'acquisizione del 1189, che è poi un seguito di quella formalizzata qualche mese prima, sul punto il documento è ancora più preciso: il monastero nominò due stimatori (uno era un confinante del secondo appezzamento "in Marcitis" e quindi ben informato), i quali dichiararono che "quanto il detto monaco [delegato dall'abate] riceve è di maggiore utilità per il monastero e ad esso più utile rispetto a quanto viene ceduto".

Il monastero stava quindi ampliando i propri possedimenti verso Ozzero, cioè verso l'ovest ricco di acqua risorgiva portata da

⁶ *Ibidem*, n. 292.

lontano, perché gli appezzamenti che acquisì in quelle due occasioni erano confinanti con terre già sue. Ma erano anche confinanti col *rivolus Maior*, ed era quindi il Rile Maggiore che garantiva l'acqua per quelle marcite.

Nel documento del 1188 il monastero si impegna a risarcire il danno che dovesse arrecare a terzi per la posa di una chiusa "super suprascriptam terram de Marcitis". La chiusa, per il tenore del testo, poteva essere connessa solo con l'acqua corrente sulla *terra de Marcitis*, probabilmente per ottimizzarne l'andamento anche in relazione agli altri appezzamenti vicini con la stessa destinazione, già posseduti dai religiosi; chiusa non necessaria fino a quel momento per l'appezzamento oggetto della transazione e che, proprio per la sua novità, fa quindi temere danni ai confinanti: un intervento tecnologico incompatibile con l'acqua stagnante.

Pare quindi dimostrato che le *marcite* del 1188 a Ozzero fossero appunto marcite, anche perché diversamente ci si troverebbe di fronte a un inspiegabile rovesciamento del valore semantico della parola, che per un certo periodo – durante appunto il passaggio dall'uno all'altro valore – avrebbe quindi indicato due realtà appartenenti a due mondi diversi, quello agrario del coltivo e quello naturale dell'incolto.

Un esempio di marcite non solo anteriori all'arrivo dei Cistercensi ma anche lontane dalla loro influenza è dato da Garbagnate Marcido. Secondo Manaresi, l'appellativo di *marzo* o *marcido* fu dato al luogo di Garbagnate (che peraltro lo studioso non localizza) per le paludi che aveva. Ma Santoro, studiando le varie località denominate Garbagnate, con una serie di dati archivistici è riuscita a stabilire che quella citata nei documenti medievali con l'appellativo di *marcido* era ubicata presso Seguro in pieve di Cesano Boscone, precisando – senza peraltro affrontare il problema del valore semantico di quell'appellativo – che si trattava di una "località situata in un territorio di marcite, in un territorio cioè po-

sto a mezzogiorno della linea detta delle risorgive o dei fontanili”⁷, interessato da un corso d’acqua detto *Rivusfrigidus* appunto presso Seguro (il già ricordato *fiume* Refreddo, alimentato da risorgive).

Poco dopo anche Andenna arrivava alle marcite di Garbagnate per un’altra via e cioè a prescindere da *marcido*: dopo aver esaminato alcune controversie d’acque nella località, lo studioso concludeva: “È certo quindi che nella seconda metà del XII secolo nella zona di Garbagnate esistevano già le marcite, un sistema molto complesso di canali che trasportavano l’acqua dal fiume o dal torrente ai prati della zona, permettendo una maggiore produzione di erba e di foraggio”; e più avanti:

L’espansione economica della canonica [milanese di S. Ambrogio a Garbagnate Marcido] dovette continuare in questo modo sino a giungere al quasi totale possesso dei territori della località, una delle più fiorenti del milanese da un punto di vista agricolo, perché ricchissima di acque e di costruzioni tecniche umane, capaci di incanalare e di sfruttare tali risorse con la istituzione delle marcite⁸.

Peraltro, esaminando quelle controversie, non è sempre chiaro se i diritti riguardassero quote d’acqua a rotazione oppure perenne, cioè se si trattasse di vertenze per l’uso collettivo di un’unica acqua mediante la ruota idraulica oppure – come nel caso di un documento del 18 settembre 1178 – di vertenze volte a ottenere quote d’acqua per uso esclusivo (e solo in questa seconda ipotesi c’è uno dei presupposti della marcita, cioè l’acqua perenne). Comunque il *marcido* in un contesto di diritti d’acque per irrigazione di prati rinvia piuttosto alle marcite che alle paludi, senza trascurare che tali acque erano quelle del Refreddo, qualificato *flumen* e

⁷ Santoro, 1969: 157-158.

⁸ Andenna, 1972: 672-s. Per il Refreddo qualificato *flumen* vedi Manaresi, 1919: 270-s., 14 ottobre 1195.

quindi alimentato da risorgive, che con l'acqua perenne costituivano il secondo presupposto delle marcite.

Del nostro Garbagnate si è occupata anche Corsi che, studiando molti documenti dei secoli XI e XII relativi a questa località, a un certo punto si chiede "se l'appellativo di *Marcido* sia un ricordo dell'esistenza di acquitrini nell'epoca altomedievale, avanti le sistemazioni idrauliche del periodo comunale, piuttosto che una derivazione della presenza delle marcite"⁹. Se fosse vera la prima ipotesi si sarebbe passati da Garbagnate Marcido a Garbagnate, invece accadde il contrario: nell'edizione degli *Atti privati milanesi e comaschi del secolo XI*, si constata che dal 1030 al 1100, per quattordici volte, la nostra località viene denominata solo *Carbaniate*¹⁰, mentre soltanto a partire dal 1107, come ha segnalato Occhipinti, *Garbaniate Marcio*¹¹.

Nei molti documenti – alcune decine – riguardanti la località, non c'è una circostanza (microtoponimi, coerenze, stato dei luoghi o altro) che faccia intravedere una recente improvvisa regressione dal coltivo all'incolto in controtendenza rispetto a quanto avveniva nei territori limitrofi e comunque mai si accenna a una situazione di impaludamento. È vero invece il contrario: le numerose controversie del XII secolo studiate da Andenna riguardano l'utilizzo di acque – necessariamente di risorgiva – per l'irrigazione dei prati, controversie sorte proprio nella competizione a procurarsi il beneficio delle acque in un contesto di progressivo miglio-

⁹ Corsi, 1972: 702, n. 85.

¹⁰ Vittani, Manaresi, Santoro, 1933-1969: vol. II (1026-1050): 98 (1030), 102 (1030), 355 (1045); vol. III (1051-1074): 105 (1057), 107 (1057), 122 (1058), 185 (1063); vol. IV (1075-1100): 13 (1075), 87 (1079); 337 (1089), 338 (1089), 396 (1092), 410 (1092), 410 (1092), 626 (1100); che si tratti della nostra località viene di volta in volta confermato dalla citazione di Refreddo, di località attigue come Seguro e Baggio, ecc.

¹¹ Occhipinti, 1975: 155.

ramento dei fondi agricoli. E quindi il recente toponimo *Marcido*, via via poi declinato nelle sue varianti (*Marcio*, *Marcidum*, *Marzum* ecc.), risulta presente in un panorama caratterizzato da acque di risorgiva e prati irrigui; una razionalizzazione dell'assetto idrico, particolarmente ricco (la località era attraversata dai fiumi Olona e Refreddo e dal *rivus Merdariolus*), che contribuì al sorgere di un nuovo villaggio accanto alla *villa vetus* e alla sua espansione nel XII secolo in quattro direzioni, al punto da essere poi assorbito da quelli vicini.

D'altra parte anche Ambrosioni, trascrivendo parecchi documenti riguardanti la nostra località dal 1152 al 1178 (e quindi, aggiungiamo noi, dopo qualche decennio dalla comparsa di *Marcido* accanto a Garbagnate), pur senza essere interessata all'argomento delle marcite non può fare a meno di constatare che i prati risultano "particolarmente numerosi"¹². Il *Marcido* accanto a Garbagnate, insomma, risulta del tutto estraneo all'idea di impaludamento, mentre convive con tutti i presupposti della marcita e con uno sviluppo accelerato dello stesso insediamento umano; in un'epoca, è il caso di precisare, anteriore all'arrivo dei Cistercensi.

Molti altri documenti medievali, che non è qui possibile commentare, confermano l'equivalenza tra *prato marcido* e marcita. Ma se Fumagalli avesse conosciuto anche solo i documenti appena esaminati non avrebbe forse avuto dubbi a proposito dei *prati marcidi* del 1235 e 1254 da lui rinvenuti (ma pure questi, a un esame del contesto, alludono più a marcite che a paludi). Esaminando ventuno ricorrenze di *prato marcido* attestate nel corso di quasi due secoli e cioè dal 1107 al 1286, è da ritenere che in quell'arco di tempo l'espressione non avesse mutato di significato (sono escluse cioè dal conteggio le testimonianze successive, che comunque confermano una continuità col passato anche con riferimento al

¹² Ambrosioni, 1974: 419.

valore semantico dell'espressione). In quindici casi, tra cui quelli esaminati di Ozzero e Garbagnate Marcido, il contesto porta a ritenere che si trattasse di marcite, in un caso l'espressione sta a indicare un appezzamento classificato a prato, in cinque casi manca qualsiasi elemento per tentare di determinare la natura di quei *prati marcidi*. In nessun caso un *prato marcido* risulta abbinato a elementi che possano ricondurre a una situazione di impaludamento e comunque, se anche si volesse insinuare il dubbio – con argomenti allo stato peraltro non immaginabili – per qualcuno dei quindici casi, anche solo qualche caso di presenza inconfutabile di marcita (come appunto quelli di Ozzero e Garbagnate Marcido) è sufficiente per attestare l'esistenza della marcita stessa nei secoli XII e XIII.

La rara ricorrenza di *prato marcido*, per i secoli qui considerati, è dovuta alla circostanza che la marcita, come il prato stabile e il prato a vicenda, in genere veniva classificata solo come *prato*: la locuzione *prato marcido* di regola può essere rilevata quando compare nella diversa funzione di toponimo. Perché la marcita consiste nella coltivazione invernale del prato stabile, una facoltà se ne ricorrono le condizioni, e quindi oggetto delle transazioni non era la marcita ma il prato, eventualmente a marcita o che poteva diventarlo o che poteva cessare di esserlo (per mutate convenzioni d'acqua ecc.). E la rara ricorrenza di *prato marcido*, anche come toponimo, poteva dipendere dalla effettiva scarsa diffusione, allora, di quel tipo di coltivazione, dal momento che risulta piuttosto modesta, concentrata in determinate aree, ancora a metà Ottocento e oltre: la centesima parte della superficie irrigata secondo Cattaneo nel 1847, il 4% della superficie coltivata in provincia di Milano – ma il 33,2% al Vigentino e il 30,7% a Chiaravalle – secondo il Catasto del 1908¹³; o, magari, da una

¹³ Cattaneo, 1971: 354. Soresi, 1914: 6-s.

diffusione limitata alla marcita favorita spontaneamente dallo stato dei luoghi.

Quanto poi alla sua origine, come s'è detto la marcita nacque coi fontanili e coi *fiumi*: nel momento in cui si dispose di queste acque, dovette infatti essere una naturale conseguenza l'allagamento continuo del prato in inverno dopo l'irrigazione periodica nei mesi caldi. Difficile è invece stabilire come si sia passati da questa *marcita primitiva* (come si dirà tra breve, diffusa attorno a Milano e dentro la stessa città ancora alla fine del Settecento) a quella che ci è nota, di cui si ha una descrizione tecnica solo a partire dall'opera di Berra (1822) e che si diffuse, così perfezionata e su larga scala, dopo qualche decennio.

Si è anche visto che quel sistema di acque da cui dipendevano le marcite (fontanili, Rile, Olona, Seveso, Vettabbia ecc.) è attestato già prima dell'arrivo dei Cistercensi. La marcita, quindi, non solo non può essere un'invenzione cistercense, ma probabilmente esisteva già prima del Mille quale corollario del complesso sistema di fiumi derivati attorno a Milano. Per promuovere la diffusione delle marcite, prima i Cistercensi avrebbero infatti dovuto diffondere l'irrigazione con nuova acqua di risorgiva. Ma, come s'è detto, nei primi settant'anni della loro permanenza nel Milanese, cioè fino alla fine del XII secolo, né a Morimondo né a Chiaravalle si hanno tracce significative di un impulso a una nuova irrigazione; impulso che a Chiaravalle, come ha documentato Luisa Chiappa Mauri, è attestato solo a partire dagli anni venti del Duecento. In realtà l'ampliamento del reticolo idrico chiaravallese dovette andare di pari passo con l'acquisizione di terre e il loro accorpamento in grange. Non è immaginabile un'intensa attività di canalizzazione tra il 1140 e il 1200, perché mancavano adeguate estensioni di terra che potessero beneficiare di quella nuova acqua. Pertanto nello stesso arco di tempo non poté esserci né a Chiaravalle né a Morimondo quel

fiorire di marcite che costituisce il mito cistercense nel Milanese; e a partire dal XIII secolo le marcite risultano diffuse in diverse aree del Milanese estranee ai Cistercensi.

D'altra parte non c'è traccia, in documenti medievali o in autori antichi, di una possibile importazione della marcita dalla Francia, né gli studi sui Cistercensi francesi ne provano l'esportazione in Italia. Un tale primato francese avrebbe avuto un'adeguata risonanza. Invece nel *Dictionnaire de la langue française* (1863-1877) del lessicografo Emile Littré, che per ogni lemma fornisce non solo il significato ma anche l'uso nel francese antico e medio e negli autori a partire dal XVI secolo, si dà questa definizione di marcite: terreni a marcita o, semplicemente, marcite, campi allagati con acque canalizzate che scorrono su ondulazioni artificiali del terreno, "comme dans le Milanais"¹⁴.

Impossibile è stabilire, allo stato delle ricerche, i tempi e i modi con cui la tecnica agraria è arrivata a fissare l'architettura della marcita lombarda (adacquatrice, ale, maestre, scolatori ecc.) e se con essa avessero comunque continuato a convivere altre forme più arcaiche e semplificate. Tra Settecento o Ottocento si fece più vivace il dibattito a proposito dell'insalubrità dell'aria causata da risaie e marcite e in una relazione su questo problema, redatta nel 1805 per il Magistrato Centrale di Sanità, si legge che le marcite, a differenza delle risaie, d'estate non vengono prosciugate, "per cui rimane un terreno pantanoso, ingombro di materia vegetabile, ove concorrono in copia uccelli ed insetti e dove per conseguenza molta sostanza animale e vegetabili stessi imputriditi empiono l'aria di fluidi tanto sensibili allo stesso odorato". Limitandosi a considerare la città di Milano, "ove i prati a marcita abbondano

¹⁴ "Près à marcite, ou, simplement, marcites, prairies arrosées avec les eaux d'égout, ruissellant sur des ondulations artificielles, comme dans le Milanais" (Littré, *Dictionnaire de la langue française*, éd.1880, vol. 4, p. 3730).

fin sotto le mura e anche entro la città stessa”, l’anonimo relatore continua poi segnalando che

sebbene le marcite non sieno coltivate come tali fuorché nei mesi d’inverno e in estate rimangono come gli altri prati comuni irrigatori, ciononostante il loro fondo, per le precedenti operazioni, essendo maceratissimo e le radici dei vegetabili ed altre sostanze frammistevi essendo in uno stato di putrefazione incipiente, tramandano appunto in tale stagione un odor fetidissimo, ed è anzi questo stato d’infracidamento del loro fondo, che le ha fatte denominare col nome di marcite¹⁵.

C’è da chiedersi se marcite di questo genere, lasciate appunto passivamente *marcire*, corrispondano all’immagine che della marcita viene fornita da trattatisti come il Berra, i quali descrivono minuziosamente le complesse operazioni necessarie, prima e dopo l’inverno, per mantenere nello stato migliore il prato con quella destinazione; oppure se corrispondano, per un confronto più immediato, alle ultime marcite rimaste oggi. Alla *marcita marcita* sembra far riferimento anche Francesco Cherubini nel suo *Vocabolario Milanese – Italiano* (1839) quando, alla voce *marcida*, scrive che “le malsane esalazioni di tali prati parlano abbastanza chiaro a favore del nome marcita”¹⁶. A sua volta Berra collega *marcita* al *marcido primitivo*, un *marcido* che però non è il *marcio* della palude bensì quello di una realtà agraria antenata della nostra marcita:

Il nome di *marcita* debb’essere stato dato anticamente a cotali prati, se male non m’appongo, o perché in essi sin dal cominciamento loro si faceva marcire l’erba cresciuta dopo l’ultima falciatura ad uso d’ingrasso, il che si pratica da non pochi anche a’ dì nostri; o perché i prati non essendo allora agguagliati e ridotti come lo furono da coloro che dappoi succedet-

¹⁵ Archivio di Stato di Milano, Agricoltura, p. m. 90.

¹⁶ F. Cherubini *Vocabolario Milanese – Italiano*, Imp. Regia Stamperia, Milano 1839, vol. III, p. 55.

tero, stagnando in essi l'acqua, avranno dovuto in alcun parte impaludare, e conseguentemente ne saranno marcite le radici. Di fatto noi possiamo osservare anche presentemente, allorché il prato marcitorio è in qualche parte invallato, o per essere da poco tempo ridotto, o per l'ignoranza ed indolenza del coltivatore trascurato, quando vi si leva l'acqua per falciarne le erbe, che quella parte che fu inondata durante l'inverno, priva di qualunque sorta d'erba e coperta dal limo deposto dalle acque, ha intieramente l'apparenza di una marcia palude¹⁷.

La stessa negligenza che sembra la causa della *marcita marcia* descritta nella relazione del 1805 ma anche dell'inconveniente descritto in questa testimonianza che ho raccolto da un anziano agricoltore solo vent'anni fa a conferma che il delicato equilibrio di diversi fattori ha sempre reso precario il funzionamento di ogni marcia:

Nella marcita il livello e lo scorrimento dell'acqua andavano regolati secondo la temperatura con una precisione al centimetro e si otteneva ciò levando e rimettendo le tavole che in sovrapposizione costituivano la paratia di immissione dell'acqua: un'operazione delicatissima, perché un *suin*, una tavola in più o in meno poteva incidere non poco sulla produzione della marcita. A tradire il camparo erano i *tambùr*: quando brinava, dove la marcita non aveva un buon funzionamento si formavano delle chiazze visibili all'alba, chiazze appunto di brina; lì l'acqua non era ben regolata e quindi non circolava bene¹⁸.

La contiguità tra *marcita marcia* e palude è forse la causa dell'imprecisione che Berra imputa a Pietro Verri: "Se avesse conosciuto realmente i nostri prati marcitorj, si sarebbe astenuto dal dire che «quando l'acqua in alcuni siti ristagna si chiamano prati di marcita»"¹⁹. Imprecisione che viene confermata dalla lettura dell'intero passo di Verri:

¹⁷ Berra, 1822 : 17-s.

¹⁸ Si tratta della testimonianza dell'abbiate Benito Bajetta, edita in Comincini, 1993: 136.

¹⁹ Berra, 1822: 72.

L'acqua, in vece di trascorrere rapidamente pel suo alveo, si stende lentamente sopra una vasta pianura; in alcuni casi ristagna, e si chiamano «prati di marcita»; in altri con un moto appena sensibile vi passa, sicché appena nei punti dello scolo se ne può accorgere. Questo è quello che chiamasi irrigazione²⁰.

È chiaro infatti che non è il *ristagno* a fare la marcita (anche se la marcita, per un'imperfezione, può ristagnare in qualche punto) e che il *moto appena sensibile ecc.* è proprio della marcita e non della comune irrigazione. Un equivoco tra marcita e prato irriguo in cui è facile cadere sia perché, come scrive Berra, si può formare una marcita "riducendo un prato irriguo all'uso di marcire", sia perché nei mesi estivi la marcita è destinata a tornare prato irriguo:

Il bisogno delle irrigazioni estive tanto pei prati, quanto pei campi lavorativi cessa generalmente in settembre; e perciò da noi col dì della Madonna di detto mese [l'8 settembre, Natività della Vergine] cessa anche l'orario che regola l'adacquamento estivo, scorrendo d'allora in poi tutte le acque ad uso soltanto de' prati marcitorj. [...] In marzo, generalmente parlando, levasi stabilmente l'acqua a tutt'i prati marcitorj, e dal dì della Madonna di detto mese [il 25 marzo, l'Annunciazione] in avanti viene essa destinata all'irrigazione di tutti gli altri prati in ragione di giorni ed ore precisati da particolari convenzioni. Ed anche l'adacquamento della marcita da quel dì in poi viene regolato come qualunque altro prato²¹.

Questo avvicendamento nell'uso delle acque è descritto con chiarezza in una permuta del 1566, citata da Berra, tra gli Umiliati di Viboldone e un privato a proposito di due appezzamenti *a prato marcitorio*. La convenzione prevede sia *lo jus irrigandi dictam petiam terre* con le acque della Vettabbia ogni quindici giorni, sia *lo jus dictum pratum marcendi* con dette acque ogni anno come di consueto: cioè acqua periodica per l'irrigazione nel periodo estivo secondo la

²⁰ Verri, 1818: vol. III, 127.

²¹ Berra, 1822: 127; 135.

ruota idraulica determinata tra gli utenti e acqua continua nel periodo invernale per le marcite. Avvicendamento nell'uso dell'acqua sottinteso anche nell'inciso usato per alcuni prati di Occhiò nel 1535: "Si adaquano et se marcischono de la suprascripta Vitabia"²². "Pure nel Milanese, come nel resto d'Italia – scriveva il Pecchio nel suo trattato *De Aquaductu* del 1669 – i prati non sono irrigati di continuo (salvo in alcuni luoghi dove, nel periodo invernale, vengono fatti marcire essendoci la comodità dell'acqua continua e producono erba più abbondante sia d'inverno sia d'estate)"²³.

Si può quindi dire che la marcita, se ha quale primo presupposto l'acqua di risorgiva, quale secondo presupposto ha un diritto su tale acqua. Il possessore di un diritto d'acqua poteva infatti avere dei coutenti per il periodo estivo ma doveva tornare a essere l'unico titolare se voleva effettuare l'irrigazione nella stagione fredda, quando l'acqua, per non causare un velo di ghiaccio sul prato, doveva essere continua (anche se, ovviamente, i colatici di quell'acqua tornata continua potevano essere utilizzati dai proprietari dei fondi inferiori; ma era un utilizzo in successione e non a rotazione). Quella della marcita è un'irrigazione possibile per una condizione o un requisito naturale (l'acqua di risorgiva), e non si vede quindi quale contenuto possa avere la pretesa "invenzione" cistercense. Con acqua di risorgiva disponibile tutto l'anno a temperatura costante e quindi non soggetta a gelo, perché i prati, fino all'arrivo dei Cistercensi, non avrebbero dovuto riceverla anche nel periodo invernale?

²² *Ibidem*: 21-23.

²³ "Prata autem non continuo irrigantur secundum consuetudinem ne dum hujus nostrae mediolanensis provinciae, sed et totius Italiae (excepto hyemali tempore, ubi in aliquibus locis est aquae commoditas quotidie irrigantur ut marcescant, et abundantius herbam producant verno tempore et aestivo)", cit. in Berra, 1822: 19-20.

BIBLIOGRAFIA

- Ambrosioni, A., 1974. *Le pergamene della canonica di S. Ambrogio nel secolo XII. Le prepositure di Alberto di S. Giorgio, Lanterio, Castiglioni, Satrapa (1152-1178)*, Vita e Pensiero, Milano.
- Andenna, G., 1972. "Una famiglia milanese di "cives" proprietari terrieri nella pieve di Cesano Boscone: i Cagapisto", in *Contributi dell'Istituto di Storia medievale: II, Raccolta di studi in onore di Sergio Mochi Onory*, Pubblicazioni dell'Università Cattolica del S. Cuore, Milano: 641-686.
- Ansani, M. (a cura di), 2000-2016. *Le carte del monastero di S. Maria di Morimondo II (1171-1200)*: in LombardiaBeniCulturali, *Codice diplomatico della Lombardia medievale (secoli VIII-XII), Area milanese, Morimondo II*, <http://cdlm.unipv.it>.
- Berra, D., 1822. *Dei prati del Basso Milanese detti a marcita*, Imperial Regia Stamperia, Milano.
- Calliari, P., 1991. *L'abbazia cistercense di Morimondo. Mille anni di storia religiosa-civile della Bassa Milanese*, s.l., s.n. [Multigrafica GBR, Casorate Primo (Pavia)].
- Cattaneo, C., 1971. *Scritti sulla Lombardia*, a cura di C. Anceschi e G. Armani, vol. I, Ceschina, Milano.
- Cherubini, F., 1839. *Vocabolario Milanese – Italiano*, Imperial Regia Stamperia, Milano.
- Chiappa Mauri, L., 1990. *Paesaggi rurali di Lombardia, Secoli XII-XV*, Laterza, Bari.
- 1992. "Le scelte economiche del monastero di Chiaravalle milanese nel XII e XIII secolo", in *Chiaravalle. Arte e storia di un'abbazia cistercense*, a cura di P. Tomea, Electa, Milano.
- e Fantoni, G. (a cura di), 2001. *Libro de li Prati del Monasterio di Chiaravalle*, Provincia di Milano, Milano.
- Comincini, M. (a cura di), 1993. *La terra e l'uomo. Civiltà rurale nell'Abbatense*, Società Storica Abbatense, Rho (Milano), vol. II.
- 2014. *Morimondo. L'insediamento cistercense e il suo territorio. Saggi storici. Secoli XII-XIX*, Fondazione "Abbatia Sancte Marie de Morimundo" e Italia Nostra – Sezione "Naviglio Grande", Abbiategrasso (Milano): 41-92.
- Corsi, M. L., 1972. "Piccoli proprietari rurali in Garbagnate Marcido: i Veneroni", in *Contributi dell'Istituto di Storia medievale: II, Raccolta di studi in onore di Sergio Mochi Onory*, cit.: 687-724.
- Fumagalli, A., 1789. "Memoria storica ed economica sull'irrigazione de' prati nel Milanese di un monaco cistercie[n]se", *Atti della Società Patriotica di Milano*, II, parte II, 210-233.
- Manaresi, C. (a cura di), 1919. *Gli atti del Comune di Milano fino all'anno MCCXVI*, Capriolo e Massimino, Milano.
- Mitterpacher, L., 1784. *Elementi di agricoltura*, Imperial Monisterio di Sant'Ambrogio, Milano.
- Occhipinti, E., 1975. "Contributo allo studio delle circoscrizioni pievane in età medievale", *Ricerche storiche sulla chiesa ambrosiana*, 5: 141-177.
- Santorò, C., 1969. *Scritti rari e inediti*, Università degli Studi di Milano, Milano.
- Soresi, G., 1914. *La marcita lombarda*, Fratelli Ottavi, Casale Monferrato (Alessandria).
- Verri, P., 1818. *Opere filosofiche e di economia politica*, G. Silvestri, Milano, 4 voll.
- Vittani, G., Manaresi, C., Santoro, C. (a cura di), 1933-1969. *Gli atti privati milanesi e comaschi*, Hoepli, poi Comune di Milano, Milano, 5 voll.

LA FOGNATURA MILANESE E LE MARCITE

MAURIZIO BROWN

Milano nella seconda metà dell'Ottocento

Nella seconda metà del XIX secolo, sotto la spinta dello sviluppo industriale e analogamente a quanto avviene per le principali città europee, Milano subisce un rapido incremento della popolazione. I suoi abitanti tra il 1861 e il 1901 passano da 192.000 a 490.000, con una crescita superiore al 155%, in un contesto urbanizzato ancora sostanzialmente concentrato all'interno della cerchia dei bastioni spagnoli.

Parallelamente a questo incremento demografico si afferma l'esigenza di pianificare lo sviluppo urbano e di salvaguardare la salute degli abitanti. Il rapido aumento della popolazione rischia infatti di aggravare i problemi igienico-sanitari già critici nell'insediamento preesistente. In particolare, il gran numero di pozzi d'acqua inquinati dalla percolazione nel sottosuolo dei liquami dei pozzi neri delle abitazioni accentuava il pericolo di diffusione di gravi epidemie che in quel periodo colpiscono altre città italiane ed europee, come quelle di colera a Firenze nel 1832 e nel 1848, a Londra nel 1854, a Parigi nel 1858 e a Napoli 1884.

Nel 1883, dietro la spinta di un vivace dibattito la Giunta municipale conferisce all'Ufficio tecnico, adeguatamente integrato, l'incarico di predisporre il Piano Regolatore sotto la guida dell'ingegner Cesare Beruto.

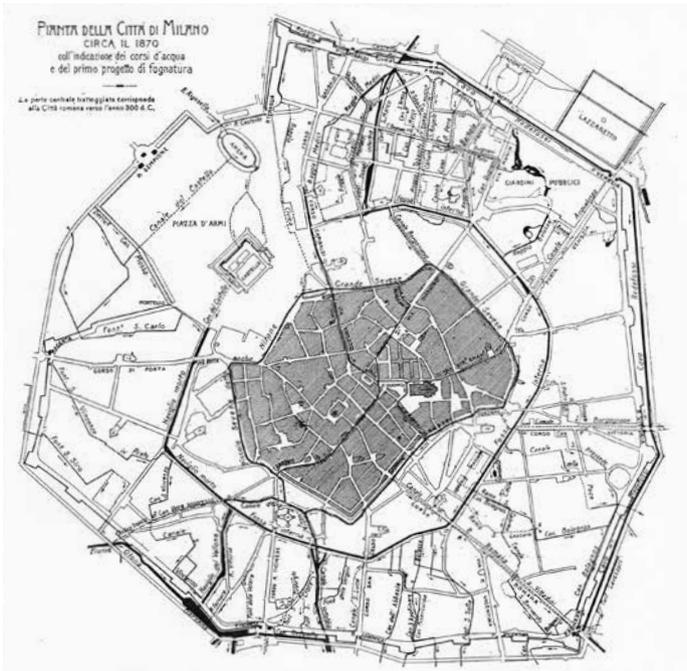
Il nuovo piano regolatore approvato definitivamente nel 1889, oltre a dare un'impronta significativa allo sviluppo della città, affronta in maniera decisiva i problemi di ordine igienico sanitario, prospettando la copertura dei corsi d'acqua inquinati dagli scarichi urbani (Redefossi, Vettabbia, Seveso, Borgognone, ecc.), e soprattutto prescrivendo la realizzazione di efficienti sistemi acquedottistici e fognari sulle orme di quanto fatto nelle altre città europee.

Lo smaltimento tradizionale dei reflui urbani sui prati marcitori

Fino ad allora gli scarichi degli edifici erano raccolti in pozzi neri o scaricati nelle tre cerchie di canali che cingevano la città romana (Canali Grande e Piccolo Sevese), quella medioevale (Fossa interna), e quella cinquecentesca (Cavo Redefossi) (fig. 1).

La maggior parte degli scarichi era raccolta dai due rami del Seveso e dalla Fossa Interna, recapitanti entrambi nella Roggia Vettabbia, lo storico corso d'acqua che ha ancora origine nella parte meridionale del centro di Milano, nei pressi di via Molino delle Armi e che, fino dall'epoca romana, costituiva il principale emissario delle acque della città di Milano.

Lungo il suo percorso di circa 22 chilometri tra Milano e Melegnano, dove sfocia nel Lambro Settentrionale, le acque cloacali della Vettabbia erano utilizzate per l'irrigazione di un ampio comprensorio agricolo prevalentemente coltivato a marcita. L'uso irriguo delle acque della Vettabbia è fatta risalire tradizionalmente all'opera dei monaci delle abbazie di Chiaravalle e Viboldone, fondate in fregio a questa roggia, rispettivamente nel 1135 e nel 1176. In realtà è stato dimostrato come l'impiego delle marcite, strettamente legato all'utilizzo delle acque dei fontanili, risultasse antecedente all'arrivo dei monaci che ne adottarono la pratica e sicuramente contribuirono a perfezionarla e a diffonderla su un ampio territorio a valle della città, utilizzando in particolare anche le acque luride della Vettabbia.



1. Pianta della città di Milano nel 1870 con l'indicazione dei corsi d'acqua, in particolare delle tre cerchie di fossati e della prima proposta di fognatura avanzata nel 1868 dagli ingegneri Tatti, Bignami e Cesa Bianchi. Archivio storico Fognature e Corsi d'acqua, Milano.

Domenico Berra, nel suo trattato *Dei prati del Basso Milanese detti a marcita* del 1822, afferma che “quelli che più in particolare modo si distinsero nel promuovere l'irrigazione e migliorarne il metodo furono i monaci di Chiaravalle o Cistercensi, o quei di Vicoboldone, ossia gli Umiliati”¹. Anche Cesare Cantù nella sua *Storia di Milano e sua Provincia* del 1857 riporta quanto segue:

¹ Berra, 1822, cit. in Poggi, 1911: 327, nota 1.

Il monastero di Chiaravalle fu fondato nel 1135 con tenuissime rendite, ma i monaci lavorando, comprando principalmente i “zerbi”, cioè incolti, e prendendo a livello, ebbero in breve quattro buone possessioni: indi acquistarono il fondo di Cerreto nel Lodigiano, e Morimondo nel Pavese, e altri. [...] Fin d’allora vi riscontriamo tutti gli artifizii presenti di paratoje, stravacatori, salti di gatto, bocchelli, incastri; insegnarono essi l’economica distribuzione per ore, vendendo e affittando il diritto. [...] Prati marcidi son mentovati in carte dal 1233 e 35 e 54².

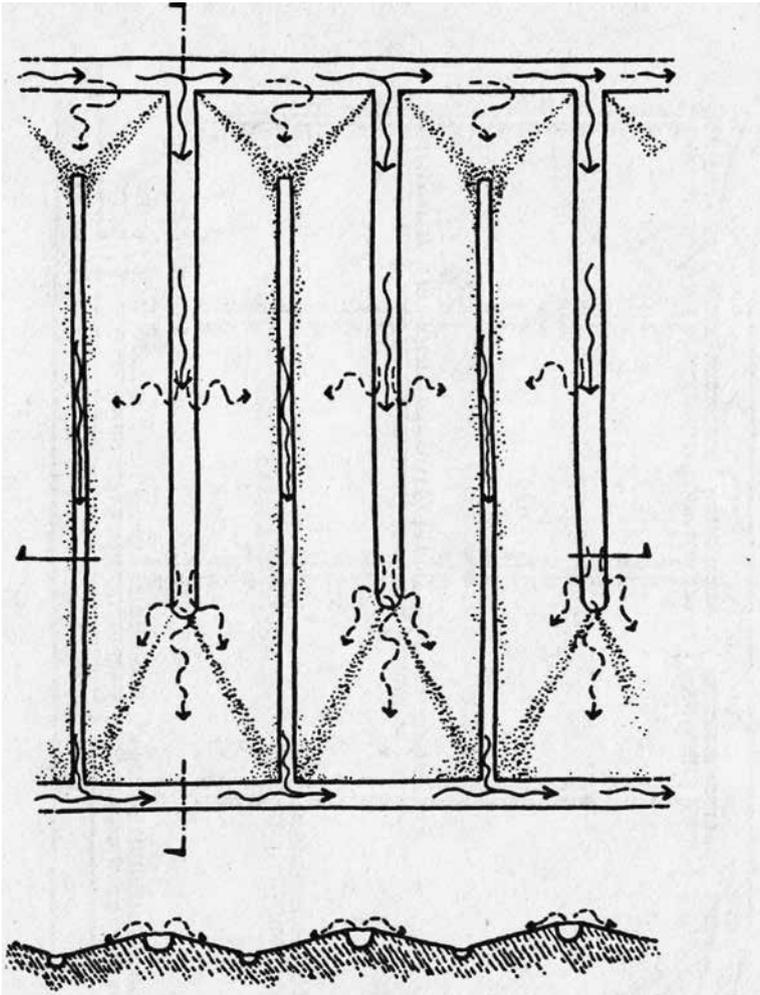
Le marcite, o prati marcitori, sono un particolare tipo di prato destinato alla produzione di foraggio fresco. Il suo impianto è formato da una serie di canaletti di adduzione, paralleli tra loro e intercalati da canali di raccolta posti a quota leggermente inferiore (figg. 2, 3). In tal modo le acque reflue ricche di sostanze fertilizzanti (azoto, fosforo, potassio e calcio) tracimando dai canaletti superiori scorrono lentamente sul terreno fino a raggiungere quelli di raccolta inferiori.

Questo velo d’acqua, scorrendo sulla superficie della falda inclinata del campo, subisce un’intensa aerazione che favorisce la separazione delle sostanze nutrienti che si depositano sul terreno. Le acque di colatura vengono quindi indirizzate al successivo appezzamento e così via. Alla fine del loro percorso, attraversando in successione una serie dei prati marcitori, le acque di rifiuto subiscono una depurazione biologica naturale dopo aver fornito al terreno agricolo un benefico apporto di sostanze fertilizzanti.

Sempre Cesare Cantù, nella sua opera citata, descrive puntigliosamente il funzionamento delle marcite e i loro vantaggi produttivi.

Le praterie a marcita restano continuamente irrigate anche nella stagione jemale. [...] Il terreno è allivellato con gran precisione in vasti trapezj lievemente inclinati, talchè un velo d’acqua lo copra eppur non vi stagna, lentamente colando sui piani più bassi. [...] L’acqua meglio desiderata è

² Cantù, 1857: 88, nota 4, cit. in De Fraja Frangipane, 2011: 71.



2. Schema di marcita in pianta e sezioni longitudinali e trasversali, con l'indicazione del percorso dell'acqua dai canali adduttori, più elevati, a quelli ricettori a quota inferiore. Da S. Bocchi *et al.*, *La Pianura Padana: storia del paesaggio agrario*, Clesav, Milano 1985.



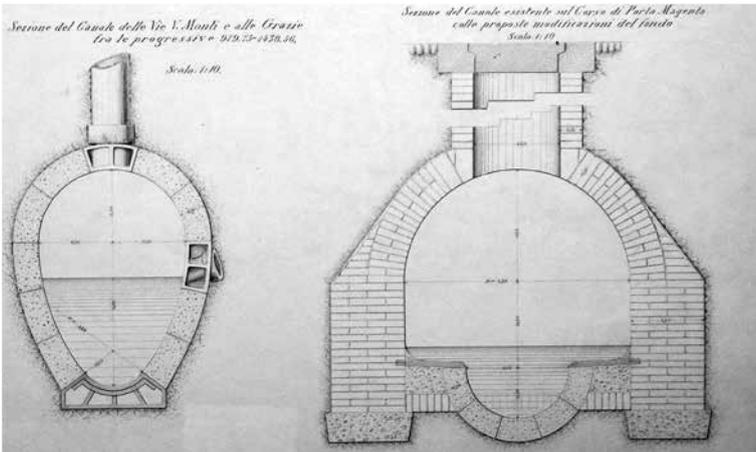
3. I campi di spandimento milanesi a coltura a marcite, aprile 1921, fotografia, autore n. id. Archivio storico Fognature e Corsi d'acqua, Milano.

quella dei fontanili vicini, o quella che proviene dai condotti della città, carica di materie ammoniacali. [...] Questo ramo d'agricoltura può dirsi abbia raggiunto fra noi la perfezione: né v'è in Europa paese, dove l'erba venga al taglio ogni mese e mezzo come nei prati vicini alla città, su cui si estende il Canale Vettabbia³.

La nuova fognatura della città

Questa era la situazione quando, nel 1884, contestualmente alla predisposizione della prima versione del Piano Beruto, viene istituita una Commissione municipale per lo studio della nuova fognatura cittadina. Tra i suoi compiti vi era quello di esaminare i progetti delle reti in corso di realizzazione nelle principali città europee per definire i criteri generali da adottare per la realizzazione della rete cittadina. Sei anni più tardi, nel 1890, verrà ras-

³ Cantù, 1857: 361-s., cit. in De Fraja Frangipane 2011: 71-s.



4. Tipi di sezioni adottate per condotti fognari secondari. Progetto 1890. Archivio storico fognature e Corsi d'acqua, Milano.

segnato il *Progetto generale della rete di fognatura della città* redatto sotto la guida dell'ingegner Felice Poggi dell'Ufficio tecnico municipale (fig. 4).

Il progetto prevedeva la realizzazione di un sistema di canalizzazioni indipendente dal preesistente reticolo dei corsi d'acqua, di tipo unitario, ovvero predisposto per raccogliere in un unico condotto le acque di rifiuto e quelle di pioggia e funzionante per gravità, sfruttando la pendenza naturale del suolo.

Il progetto del nuovo sistema fognario milanese doveva risultare adeguato al particolare contesto fisico ed ambientale del territorio milanese caratterizzato dalla scarsa pendenza del suolo (massima in direzione Nord-Ovest Sud-Est di circa lo 0,27%), dalla presenza di un fitto reticolo di corsi d'acqua superficiali e di una ricca falda sotterranea a pochi metri di profondità dal livello del suolo.



5. Manufatto di via Crema. Archivio storico Fognature e Corsi d'acqua, Milano.

Queste criticità comportarono un'applicazione rigorosa dei criteri dell'Ingegneria idraulica e l'adozione dei materiali e delle tecnologie costruttive più adeguate per conseguire la massima efficienza idraulica e strutturale determinando forme, dimensioni e struttura dei condotti e dei nodi idraulici.

Per evitare il ristagno dei liquami, particolare attenzione venne adottata nella progettazione dei raccordi e delle confluenze delle canalizzazioni, ricorrendo all'uso di materiali che ne facilitavano lo scorrimento, quali il grès o il granito (fig. 5).

Per i condotti minori vennero adottate sezioni di tipo ovoidale, sufficientemente ampie per raccogliere i cospicui apporti delle acque di pioggia, ma anche adeguate a garantire adeguate velocità di scorrimento per le scarse portate di tempo secco e una facile ispezionabilità da parte degli operai addetti alla manutenzione.

Per facilitare l'attività del personale e salvaguardarne la sicurezza vennero realizzati frequenti manufatti di accesso lungo i condotti, dotati di pozzetti che garantivano una circolazione continua d'aria al loro interno.

Per lo smaltimento del consistente volume delle acque reflue provenienti dall'area urbana in rapida espansione venne confermato l'utilizzo dei prati marcitori esistenti a valle della città, irrigati dalla Roggia Vettabbia. Questa scelta era supportata dalla pratica ormai consolidata da secoli su un'ampia superficie agricola esistente ed era in linea con indirizzi scientifici internazionali dell'epoca in favore della depurazione agricola.

Nelle conclusioni del Congresso Internazionale d'Igiene di Parigi del 1889 si legge in particolare:

Tutte le città che hanno adottato il *tout-à-l'égout*, se esse possiedono in località più o meno vicine, un terreno permeabile adatto allo spandimento delle acque cloacali, debbono approfittarne per favorire l'agricoltura, per ottenere la depurazione delle acque stesse e impedire la polluzione dei corsi d'acqua⁴.

Milano, a differenza delle altre città europee, disponeva già di un vasto comprensorio irriguo su cui attuare lo smaltimento delle proprie acque luride:

In quali eccezionalmente favorevoli condizioni si trova la nostra Milano rispetto allo smaltimento delle acque cloacali! Il lavoro di secoli ha predisposto i terreni a valle della città in modo che già sono adatti a ricevere gli scoli; la natura del sottosuolo ghiaioso mantiene attiva l'azione depuratrice dello strato coltivo; i proprietari dei terreni accettano non solo l'acqua, ma la comprano, e tanto più la pagano quanto più essa è ricca di materie fertilizzanti⁵.

⁴ Poggi, 1911: 322.

⁵ *Ibidem*: 327.

La pratica verrà successivamente validata dagli studi di due commissioni scientifiche appositamente costituite dal Comune di Milano nel 1890 e nel 1901.

Nell'ambito di quest'ultima i professori Angelo Celli, igienista dell'Università di Roma e Angelo Menozzi, chimico agrario della Scuola superiore di agricoltura di Milano, dimostrarono la validità del metodo di smaltimento dei reflui fognari sui prati marcitori, sia per l'efficienza depurativa che per la sicurezza igienico sanitaria.

I risultati delle loro analisi dimostravano in sintesi che, come scrivevano i due commissari:

Per ciò che riguarda i caratteri organolettici [...] Già nel primo quadro di prateria avviene un grande salto nella qualità dell'acqua, da un'acqua lurida e molto torbida, se ne raccoglie una quasi limpida, senza cattivo odore, il miglioramento continua poi per modo che, dopo tre o quattro quadri, l'acqua è del tutto chiarificata, senza odore, senza nessuno di quei caratteri che si riscontrano nelle acque di fognatura⁶.

Anche dal punto di vista chimico e batteriologico si riscontrava che:

l'idrogeno solforato, l'ammoniaca, le sostanze luride sospese, la reazione alcalina [...] scompaiono tosto che l'acqua ha percorso due o tre quadri al più. Anche pel contenuto batterico vi ha una diminuzione rapidissima. Altrettanto dicasi dell'azoto organico ed ammoniacale e dell'acido fosforico⁷.

La commissione aveva inoltre sottoposto ad analisi anche le acque della falda idrica dei terreni irrigati accertando che dal punto di vista igienico sanitario "nessun indizio di inquinamento danno l'analisi chimica e batteriologica"⁸.

⁶ Comune di Milano, 1902: 112-s.

⁷ *Ibidem*: 112; 113.

⁸ *Ibidem*: 124.

La commissione stabiliva anche che la superficie ottimale del terreno coltivato a marcita destinato allo smaltimento dei reflui della città di Milano dovesse essere tale da garantire un carico non superiore ai 90÷150 abitanti per ettaro.

Si rendeva pertanto necessario incrementare la superficie di spandimento dei liquami per renderla compatibile con le previsioni di sviluppo demografico della città.

A questo scopo vennero stipulate, nel 1889 e 1905, due convenzioni con gli agricoltori riuniti nel Consorzio di Roggia Vettabbia in cui si leggeva che:

La città di Milano raggiunge lo scopo sanitario mentre gli utenti del Consorzio di Vettabbia ricevono un beneficio che riconoscono, e ad ottenere il quale contribuiscono e contribuiranno sostenendo le spese necessarie per rendere i loro cavi atti a smaltire tutte le acque cittadine⁹.

Bisognerà anche riformare il corso della Vettabbia per adeguarlo allo smaltimento delle nuove portate provenienti dalla città, suddividendolo in due tratti¹⁰: quello superiore, compreso tra via Molino delle Armi e il sobborgo di Nosedo, nel quale venivano condotte le acque del centro storico raccolte dai due nuovi collettori Gentilino e Vigentino, e quello inferiore, da Nosedo a Melegnano, in cui venivano portate quelle del bacino di espansione esterno, ossia l'Emissario di Nosedo (fig. 6).

Il tratto inferiore, tra Nosedo e Melegnano, dovrà essere integralmente ricostruito per ricevere le abbondanti acque recapitate dall'Emissario di Nosedo.

Allo scopo di continuare il Cavo Vettabbia, esaurito a Nosedo, si iniziò a spese del Consorzio un canale il quale, ormai compiuto, riceve appunto

⁹ Poggi, 1911: 327.

¹⁰ Vedi a pag. 32 di questo volume la figura n. 7 del saggio di Marco Prusicki.

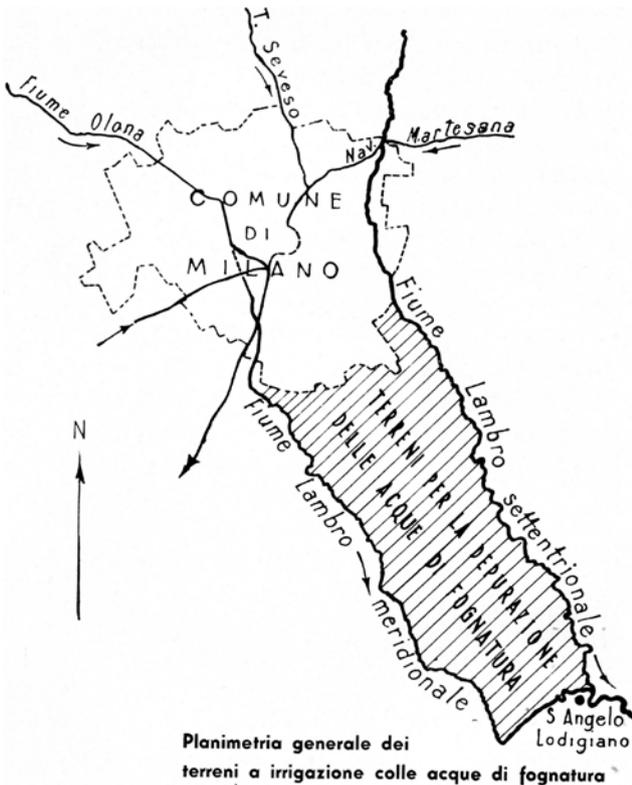


6. Emissario di Nosedo dopo il sottopasso allo scalo ferroviario di Porta Romana, foto Varischi e Artico, inizi del XX secolo. Archivio storico FCA, Milano.

presso Nosedo le acque di uno dei maggiori collettori della città e le porta nella Vettabbia Inferiore, appositamente ampliata in fino al suo sbocco nel Lambro presso Melegnano¹¹.

Ben presto, contestualmente all'espansione della città, la pratica dello smaltimento delle acque reflue ad uso irriguo si estese sempre più; in particolare i prati marcitori si diffusero in altri comprensori agricoli bagnati da corsi d'acqua come il cavo Taverna, il cavo Belgioioso, la Roggia Busca, il cavo Melzi, il cavo Borgognone, il Lambro Meridionale, fino a interessare l'intero

¹¹ Poggi, 1911: 331.



7. Planimetria generale dei terreni irrigati colle acque di fognatura. Da C. Antoniani, "La depurazione agricola delle acque cloacali di Milano", Milano, V, 1, 1933.

territorio a valle della città compreso tra il Lambro Settentrionale e il Lambro Meridionale. La massima superficie irrigata con le acque di rifiuto di Milano raggiunse l'estensione di circa 19.000 ettari¹² (fig. 7).

¹² Columbo, 1960: 201.

Per salvaguardare la Roggia Vettabbia dalle intense portate di piena generate dalle piogge di maggiore intensità venne realizzato, tra il 1900 e il 1913, un ampio canale, l'Emissario scaricatore al Redefossi.

Conferme della validità della pratica

L'efficacia della pratica dello smaltimento dei reflui fognari sui prati marcitori operata a Milano era riconosciuta a livello tecnico scientifico e ampiamente illustrata nei manuali di ingegneria sanitaria.

Del buon risultato della irrigazione lurida milanese non si può più dubitare poiché da una parte inconvenienti igienici non se ne produssero mai, e dall'altra parte nelle marcite irrigate dalla roggia Vettabbia, si praticano fino a sette falciature di fieno all'anno con un reddito di lire cinquecento per ettaro¹³.

Tra gli studi specialistici di particolare interesse si ricorda quello pubblicato nel 1932 dal chimico Claudio Antoniani, responsabile del Laboratorio di Chimica agraria del R. Istituto Superiore Agrario di Milano, intitolato "La depurazione agricola delle acque cloacali di Milano" di cui sono riportate di seguito alcune osservazioni:

La marcita, tra le coltivazioni foraggere, è quella che dà la massima produzione annuale. Si può ritenere che essa consenta, in media, 6-7 tagli di fieno all'anno e che l'ammontare di ciascun taglio, computato in erba, si aggiri sui 150 quintali per ettaro. [...] Ove l'irrigazione si compie con le acque cloacali, le marcite raggiungono una produzione notevolmente maggiore. Il numero dei tagli... sale a 9-10 per anno¹⁴.

Le conclusioni finali dello studio possono essere riassunte in cinque punti principali.

¹³ Laccetti, 1915, cit. in De Fraja Frangipane, 2011: 69.

¹⁴ Antoniani, Sudario, Vianello, 1932: 24.

In primo luogo la ricchezza di elementi fertilizzanti contenuti nelle acque di fognatura milanesi, che così quantificava Antoniani: “quantità totale di elementi fertilizzanti asportati annualmente dalle acque cloacali (220 milioni di metri cubi) ascende a tonnellate 3.680 di azoto, 720 di anidride fosforica e 1.600 di ossido di potassio”¹⁵.

Secondariamente veniva messa in evidenza l’efficacia dal punto di vista agrario dell’irrigazione per scorrimento continuo. Nella marcite “la sostanza organica in sospensione nelle acque luride subisce già nel tragitto” e si produceva “una demolizione assai profonda [che] riduce a proporzioni esigue gli inconvenienti derivanti all’agricoltore dagli intasamenti dei primi quadri. [...] L’azione depuratrice si compie essenzialmente in superficie [e] la mineralizzazione della sostanza organica si svolge con rapidità sufficiente a impedire [...] ogni accumulo di detriti [mentre] l’azoto ed il fosforo sono fissati pressoché per intero dai terreni della marcite. In misura minore il potassio e il calcio”¹⁶.

Un terzo aspetto significativo riguardava la composizione dei terreni irrigati con le acque cloacali:

I terreni delle marcite irrigate con acque cloacali debbono la loro alta produttività all’altissimo valore fertilizzante delle acque stesse; di per sé però questi terreni non sono ricchi di elementi fertilizzanti. Le acque luride, in altre parole, nutrono direttamente la pianta, ma non inducono affatto ricchezza di elementi nutritivi nel terreno¹⁷.

Quanto alla composizione dei foraggi e al loro valore nutritivo Antoniani definiva “l’elevato contenuto in sostanze azotate (17,9%) nettamente superiore a quello dei foraggi delle marcite irrigate con acque chiare (15,3%) [con] maggior contenuto in cel-

¹⁵ *Ibidem*: 29.

¹⁶ *Ibidem*: 29-s.

¹⁷ *Ibidem*: 30.

lulosio (24,0%) di fronte a 21,8% [e] valore nutritivo non inferiore a quello dei foraggi irrigati con acque chiare”¹⁸.

Infine, l’aspetto propriamente igienico degli effetti delle marcite sotto il profilo della depurazione chimica e batteriologica:

Le condizioni in cui si compie a Milano la depurazione agricola delle acque cloacali, sia per la concentrazione delle acque stesse, sia per il rapporto che intercede tra il numero degli abitanti e la superficie del bacino di depurazione, sono nel complesso perfettamente soddisfacenti. [...] non crediamo che alcun inconveniente degno di nota possa essere segnalato per il presente, od anche prospettato per l’immediato avvenire¹⁹.

La sicurezza dell’utilizzo irriguo delle acque di rifiuto per l’uso agricolo e gli aspetti igienico-sanitari erano oggetto di un’assidua vigilanza da parte dell’Ufficio d’Igiene. Ancora un’indagine condotta dai professori Antoniani, Forti, Chiaravalli e Monzini tra il 1951 e il 1953 confermava che la depurazione delle acque di fognatura mediante l’irrigazione intensiva del vasto comprensorio agricolo a valle della città non presentava inconvenienti dal lato igienico e permetteva “un gratuito apporto ai terreni di parecchie centinaia di tonnellate di fertilizzanti ogni anno”²⁰.

Nella stessa relazione veniva peraltro segnalato il manifestarsi dei primi preoccupanti indizi di incremento della presenza di scarichi di origine industriale nelle acque di fognatura: “i valori di pH, sia per quanto riguarda i collettori di fognatura che per i colatori e scaricatori che defluiscono con funzioni irrigatorie a valle del comprensorio urbano, si vanno spostando da un leggero ma netto grado di alcalinità verso lo stato neutro con tendenza all’acidità”²¹.

¹⁸ *Ibidem*: 31.

¹⁹ *Ibidem*.

²⁰ Antoniani, Forti, Chiaravalli, Monzini, 1954, cit. in Columbo, 1960: 178.

²¹ Columbo, 1960: 201.

Era questa una situazione che, nella prospettiva di un progressivo aumento degli scarichi di origine produttiva, avrebbe potuto comportare pericolosi inconvenienti per l'uso agricolo e la conservazione dei manufatti. Sulla base di queste considerazioni e di ulteriori analisi l'ingegner Antonio Columbo, responsabile dell'Ufficio Tecnico del Comune di Milano, nella sua pubblicazione del 1960, ribadiva ancora la sostanziale efficacia del sistema dello smaltimento dei reflui cittadini:

[...] viene attuata la depurazione biologica naturale su di un vastissimo comprensorio irriguo dell'estensione di oltre 19.000 ettari, dei quali oltre 12.000 competenti al comprensorio della roggia Vettabbia, ed oltre 7.000 al comprensorio del Lambro Meridionale. [...] Tenendo come base l'indice, considerato *optimum*, di circa 100 abitanti competenti per ogni ettaro di terreno irrigato, risulta che gli attuali comprensori irrigui sono in grado di esercitare, nel migliore dei modi, la depurazione biologica naturale di circa 2.000.000 di abitanti²².

Di fronte ai rischi connessi a questo stato di cose l'ingegner Columbo evidenziava la necessità di separare gli scarichi urbani da quelli industriali da trattare in specifici impianti prima della loro immissione in fognatura:

[...] nel comprensorio proprio della rete di fognatura cittadina, esistono diversi impianti industriali ed artigianali che esercitano lavorazioni tali da produrre acque di rifiuto che possono essere pericolose e dannose. Non è possibile però pensare ad impianti di depurazione collettivi, data anche la particolare caratteristica della città di Milano, nella quale le industrie medie e piccole predominano e sono diffuse con distribuzione frammista alle zone edilizie, ma risulta assai più razionale ed efficace prevedere i necessari trattamenti dei singoli scarichi prima della loro immissione nei condotti comunali. [...] Il problema è da tempo disciplinato dalle particolari norme previste da apposito articolo del Regolamento per il Servizio della Fognatura della città di Milano, integrato dalle prescrizioni dei Regolamenti Edilizio e d'Igiene. Attualmente il Comune di

²² *Ibidem*: 178.

Milano ha in corso l'aggiornamento e la revisione di tutti i suoi regolamenti. Le vigenti norme relative agli scarichi industriali hanno formato oggetto di particolare attenzione e verranno rese ancora più rigorose e cautelative²³.

Tuttavia risultava ormai evidente la difficoltà di controllare da parte del Comune gli scarichi provenienti da un comparto industriale in rapida espansione come quello milanese, e in un contesto in cui mancava una legislazione a livello nazionale.

Sarà pertanto proprio l'ingegner Columbo a ventilare, in conclusione della sua relazione, la prima proposta di realizzazione di un sistema di depurazione delle acque reflue:

l'Ufficio Tecnico del Comune di Milano ha in animo di porre allo studio due impianti di depurazione parziale, da ubicarsi sui due grandi recapiti delle acque ordinarie destinate alla depurazione biologica naturale; il colatore Lambro Meridionale e il canale del Consorzio Vettabbia²⁴.

La fine del sistema

Il sistema di spandimento dei reflui fognari della città di Milano sulle marcite si era dimostrato talmente efficiente da mantenersi attivo fin oltre il 1960, per un periodo molto più lungo di quanto era avvenuto per altre importanti città europee, come ad esempio Parigi e Berlino che avevano adottato sistemi di smaltimento sul suolo meno efficaci.

Tuttavia, come abbiamo visto, la rapida e incontrollata espansione urbana e industriale del secondo dopoguerra avrebbe reso questa pratica inefficace e addirittura dannosa, oltre che per la presenza degli scarichi di acque industriali, anche in conseguenza del sensibile incremento della popolazione e della contestuale

²³ *Ibidem*: 199.

²⁴ *Ibidem*: 201.

riduzione della superficie agricola destinata allo smaltimento, erosa dai nuovi insediamenti.

Purtroppo, per vedere adottati i nuovi impianti di trattamento biologico auspicati negli anni Sessanta dall'ingegner Colombo si dovette attendere ancora un ventennio: sarebbero state infatti necessarie le prescrizioni dell'Unione europea, all'inizio degli anni Ottanta, per disporre di un moderno ed efficiente sistema depurativo, che ha consentito di ripristinare, dal 2004, l'utilizzo irriguo delle acque di fognatura di Milano.

BIBLIOGRAFIA

- Antoniani, C., Sudario, R., Vianello, L., 1932. *La depurazione agricola delle acque cloacali di Milano: acque, terreni, foraggi*, Laboratorio di Chimica agraria del R. Istituto Superiore Agrario di Milano / Istituzione Agraria "Andrea Ponti", Milano.
- Antoniani, C., Forti, C., Chiaravalli, G., Monzini, A., 1954. "Dati analitici sulle acque di rifiuto della città di Milano", *Città di Milano*, 71, n. 9: 434-439.
- Berra, D., 1822. *Dei prati del Basso Milanese detti a marcita*, Imperiale Regia Stamperia, Milano.
- Cantù, C., 1857. *Storia di Milano e sua Provincia*, in *Grande Illustrazione del Lombardo-Veneto*, Corona e Caimi, Milano, vol. I.
- Columbo, A., 1960. *La fognatura di Milano: storia, indagini, studi, progetti*, Quaderni della Città di Milano, n° 8, Comune di Milano, Milano.
- Comune di Milano, 1902. *Commissione per la Fognatura 1901*, Stabilimento Tipografico Enrico Reggiani, Milano.
- De Fraja Frangipane, E., 2011. *Ingegneria Sanitaria. Due secoli di storia, di cultura, di scienza*, CIPA, Milano.
- Laccetti, F., 1915. *Fognatura biologica. Depurazione biologica delle acque luride*, Ulrico Hoepli, Milano.
- Poggi Felice, 1911. *Le fognature di Milano. Rapporto dell'Ufficio Tecnico alla Giunta Municipale su li studi e lavori relativi alla fognatura cittadina nel periodo dal 1868 al 1910*, A. Vallardi, Milano.

DALLE MARCITE AI CAMPI
DI SPANDIMENTO
ESPERIENZE EUROPEE DI DEPURAZIONE
AGRICOLA DELLE ACQUE REFLUE

PIETRO REDONDI

Depurazione agricola e irrigazione lurida

La depurazione agricola è il metodo diffusosi a partire dalla seconda metà del XIX secolo per smaltire nelle campagne le acque di fognatura cittadine e allo stesso tempo utilizzarne il valore fertilizzante, spargendole su terreni permeabili appositamente irrigati e coltivati: i cosiddetti “campi di spandimento”, chiamati in Inghilterra *sewage farms*, in Francia *champs d'épandage*, e in Germania *rieselfeder*.

Questo sistema di trattamento è stato finora soprattutto oggetto di lavori di storia urbana e dell'igiene, ma sarebbe impossibile sottovalutarne l'interesse anche per quanto riguarda la storia dei rapporti tra tecnologia e scienza¹. Negli stessi decenni in cui lo studio delle macchine a vapore rendeva possibile una fisica dei fenomeni di trasformazione dell'energia, i “campi di spandimento” mettevano infatti agli onori della scienza sperimentale il fenomeno naturale fino ad allora trascurato grazie al quale un liquame, filtrando attraverso gli strati di un suolo permeabile, si purifica, analogamente a quanto accade con l'acqua di sorgente. Lo studio di questa proprietà del terreno e delle

¹ Reid, 1991: 53-70; Darmon, 1999: 384-ss.; Barles, 2005a e 2005b: 65-80; Robson, 2007; Jorland, 2010: 271-ss.

sue condizioni d'impiego a fini igienici e agricoli doveva portare nel 1876 alla scoperta dei processi microbiologici del ciclo dell'azoto, scoperta che di per sé conferisce alla tecnologia della depurazione agricola un ruolo di primo piano nella storia non solo della chimica agraria, ma della stessa rivoluzione batteriologica pasteuriana.

Nelle pagine che seguono mi propongo di ripercorrere l'avvento di questo metodo di trattamento cercando in particolare di ricostruire grazie a nuovi documenti se e quale rapporto esistesse tra i campi di spandimento ottocenteschi e l'antica prassi di concimare le marcite e i prati stabili a valle di Milano lasciandovi scorrere le acque della roggia Vettabbia, storico emissario delle fognature cittadine.

Depurare i liquami fognari così come coltivare le marcite milanesi implicava in entrambi i casi irrigare. Questa analogia di procedimento potrebbe far supporre che i campi di spandimento fossero i diretti discendenti dell'irrigazione lurida delle marcite. Si tratta tuttavia di sistemi tecnici aventi scopi e metodi differenti e perfino opposti. Quella delle marcite era infatti una tecnica colturale a fini esclusivamente agricoli e pertanto la loro irrigazione variava in funzione delle stagioni e dei raccolti. Mentre i campi di spandimento avevano in prima istanza la finalità igienica di smaltire giornalmente le emissioni dei collettori, con un'irrigazione che doveva quindi essere costante nel corso di tutto l'anno. Un altro aspetto sul quale le esigenze della coltivazione si scontravano con quelle della depurazione riguardava le superfici da irrigare. Per mettere a frutto la quantità di sostanze fertilizzanti presenti in un volume di acqua di fognatura occorreva una superficie di terreni anche dieci-venti volte più vasta di quella utile ai soli fini depurativi.

Un'altra differenza tra le marcite e i campi di spandimento riguardava i loro rispettivi attori, dato che a praticare l'irrigazione

lurida a Milano erano i proprietari dei terreni, riuniti in un Consorzio di utenti della Vettabbia che gestiva in autonomia dosaggi e periodi di irrigazione in regime di coltura libera. I campi di spandimento nella stragrande maggioranza dei casi erano invece affittati o acquistati, e talora anche gestiti, dalle amministrazioni locali alla stregua di un servizio di pubblica utilità e sottoposti a normative di legge e controlli sanitari. In definitiva, se è corretto dire che lo smaltimento irriguo della fognatura sposava igiene e agricoltura, è anche vero che si trattava di un matrimonio di interesse, come notava un fautore dei campi di spandimento riconoscendo che “rispetto alla depurazione, la vera utilità della coltivazione consiste unicamente nel convincere i coltivatori a prestare i loro campi e le loro braccia per realizzarla”².

Era noto il rischio di contaminare i pozzi con un’irrigazione cloacale eccessiva, così come quello di creare ristagni maleodoranti ai cui miasmi putridi le teorie mediche dominanti attribuivano da sempre la trasmissione delle epidemie³. Per questa pericolosità, oltre che per la difficoltà di disporre di terreni permeabili idonei, le città in cui esisteva la consuetudine di irrigare con acque di fognatura si contavano sulle dita di una mano. Tra i casi maggiormente portati a esempio nella letteratura ottocentesca ricordiamo la Huerta della piana di Valencia, città allora di ottantamila abitanti, le cui coltivazioni di ortaggi ricevevano fin dal XIII secolo per due ore al giorno l’acqua del Rio Rusafa usata per spurgare i canali fognari cittadini⁴. Ancor più apprezzati per i loro cinque tagli di fieno all’anno erano i prati di Edimburgo, dove il Foul Burn – letteralmente “Ruscello puzzolente” – ossia il corso d’acqua che fungeva da emissario degli scarichi di

² Schloesing, 1876: 38.

³ Sulla consapevolezza di questi rischi Rouchy, 1907: 76.

⁴ Mille, 1867: 2-s.

ottantamila abitanti era stato deviato alla fine del XVIII secolo per irrigare i prati declinanti verso il mare a nord e a est della città. I nove decimi delle sue acque erano sparsi su un centinaio di ettari appartenenti alla fattoria di Craigentinny. L'irrigazione, da febbraio a settembre, era a rotazione, lasciando scorrere lentamente l'acqua fino alla spiaggia, irrigata con una pompa a vapore e diventata anch'essa fertile. Edward Frankland, il chimico inglese che la studiò di persona nel 1869, la descrive come un'irrigazione selvaggia: "un esempio del vantaggio agricolo derivante dall'uso dei liquami fognari più che di perfetta eliminazione dei loro contaminanti ed effetti nocivi"⁵. La quantità d'acqua utilizzata, pari alla fognatura di 700 abitanti per ogni ettaro irrigato, era palesemente eccessiva, tanto che Frankland si stupiva di non vedere segni di saturazione del terreno. Altri osservatori segnalavano tuttavia la presenza di ristagni e i rischi patogeni dovuti al fetore che si sprigionava da queste irrigazioni: "gli odori che si diffondono intorno sono insopportabili e le obiezioni relative alla salubrità restano intere"⁶.

Anche due città di dimensioni minori come Losanna e Novara destinavano all'agricoltura i loro scoli fognari. La prima usava fin dal XV secolo il Flou, l'emissario dei 4/5 dei suoi scarichi, per irrigare 170 ettari di prati in località Vidy⁷. A Novara, invece, erano le acque del fossato difensivo costruito nel 1738 da Carlo Emanuele III di Savoia a trasportare le deiezioni cittadine su un centinaio di ettari coltivati in direzione di Vallombrosa⁸. Anche in Savoia, a Chambéry, le acque luride dell'Albana conci-

⁵ Frankland, 1877: 773 (la traduzione di questa citazione come di tutte quelle successive è mia).

⁶ Mille, 1854: 11. Sui *Craigentinny meadows* An., 1870: 205-s.; Ronna, 1872-1873: 452.

⁷ Ronna, 1872-73: 547.

⁸ *Ibidem*: 548.

mavano i prati del Bourget e di Boisse⁹. Nelle Fiandre e nel Nord della Francia, come in altre località, era tradizione trasportare in campagna gli spurghi dei pozzi neri cittadini, lasciarli fermentare e una volta allo stato liquido spargerli sui campi¹⁰.

In tutti gli esempi appena ricordati si trattava sempre di coltivazioni di foraggio con rese di quattro-cinque tagli all'anno, al massimo sei. Incomparabilmente più remunerativa era a Milano l'irrigazione lurida delle marcite o "prati jemali", così chiamati perché irrigati da ottobre a febbraio per scorrimento continuo sfruttando delle acque "grasse" di fognatura non solo le sostanze fertilizzanti, ma la temperatura costante, che proteggeva il terreno dal gelo come in vere e proprie serre a cielo aperto.

Delle tante testimonianze giunte fino a noi sulle rese delle marcite irrigate dalle fognature milanesi, valga per tutte l'*Inchiesta agraria* di Stefano Jacini pubblicata nel 1882:

Le marcite sono prati stabili, la cui superficie è predisposta in diversi compartimenti ristretti in pendii così congegnati fra loro, che un leggero velo di acqua corrente vi possa scorrere continuamente su ciascuno per poi raccogliersi e passare sopra un altro, e così via, al fine di conservare attiva la vegetazione anche durante l'inverno [...]. Le marcite situate a mezzogiorno della città sono irrigate dalla Vettabbia e in molto minor misura dal Bolagnos, due condotti i quali, dopo aver percorso sotterraneamente quella grande città, ne esportano gli spurghi e sono così saturi di materie fertilizzanti da rendere inutile ogni concimazione delle terre suburbane che ne sono irrigate e da esigere anzi talvolta che di tanto in tanto queste vengano sgrassate. [...] Le marcite irrigate dalla Vettabbia [...] si sogliono falciare fin nove volte all'anno, e danno un prodotto in erba che, seccata, risulterebbe in ragione di più di 250 quintali di fieno per ettaro¹¹.

⁹ *Ibidem*: 550.

¹⁰ Moll, 1864: 12-s.; Rouchy, 1907: 71.

¹¹ Jacini, 1882: 113-s. Il canale Bolagnos raccoglieva i rifiuti e le deiezioni dell'Ospedale Maggiore di Milano, di cui irrigava i poderi fuori Porta Romana.

Nel 1882, quando Jacini scriveva queste parole, a nord delle Alpi la tecnica dello spandimento irriguo delle fognature era al cuore dei dibattiti tra igienisti, chimici, ingegneri idraulici e agronomi. Come attesta la descrizione appena riportata, ogni riferimento all'aspetto depurativo era invece assente nel caso della marcite milanesi. Una prova indiretta di questa mancanza di interesse per l'aspetto igienico ci è data del resto dal fatto che non si ha notizia di analisi chimico-batteriologiche dell'acqua di colatura delle marcite eseguite a Milano durante tutto il XIX secolo. Le prime analisi di questo genere risalgono al 1900-1901, compiute da parte della commissione nominata dal Comune all'indomani dell'entrata in funzione della nuova rete fognaria cittadina e a seguito degli interrogativi che aveva suscitato nell'opinione pubblica la decisione di continuare a smaltirne le emissioni con il tradizionale metodo dell'irrigazione di marcite e prati stabili¹².

Acqua e terra

Se la tradizione di irrigare con liquami cloacali era limitata a poche città, la depurazione agricola era invece una tecnologia destinata a una grande fortuna nel corso dei decenni a cavallo tra XIX e XX secolo. Oggi è scomparsa: dei lussureggianti campi di spandimento di un secolo fa restano vestigia di reti di irrigazione e fattorie modello in rovina. Condannati dall'urbanizzazione e dagli scarichi industriali, anche gli ultimi sono stati dismessi alla fine del secolo scorso. Dei loro siti, alcuni ospitano ora le batterie di vasche degli odierni impianti di depurazione biolo-

¹² Menozzi, 1902: 99-113. Autore nel 1893 di analisi dell'acqua della Vettabbia (Menozzi, 1893), scriveva qui Menozzi che grazie alla diluizione delle acque della Vettabbia "la depurazione delle acque di fognatura della nostra città si compie egregiamente".

gica, altri sono stati convertiti in oasi ecologiche umide. Delle stazioni di pompaggio che alimentavano le loro condotte di irrigazione un paio di edifici sussistono ancora, a Berlino, adibiti a locali di spettacolo.

In Gran Bretagna erano decine le città che irrigavano le campagne con le loro fognature. Un esperimento pilota di successo era stato a Croydon, vicino a Londra, il *sewage farm* della fattoria di Beddington, riproducendo su cento ettari di terreno ondulato e ghiaioso la stessa tecnica delle marcite lombarde dell'irrigazione a lento scorrimento e con tre o quattro colature successive lungo prati livellati a forma di tetto a doppia falda¹³. La Wandle, il corso d'acqua lurida usato per irrigarli, aveva una portata di molto superiore al volume di liquami che riceveva. Dopo una terza colatura e tre ore di scorrimento un terzo delle sue acque era stato assorbito dal terreno e il resto risultava quasi interamente depurato¹⁴. A Merthyr Tydfyl, la città mineraria gallese di cinquantamila abitanti che era stata teatro del primo esperimento in grande di depurazione agricola, l'irrigazione avveniva con il metodo dell'infiltrazione intermittente su dieci ettari di prati coltivati a foraggio¹⁵. A Wimbledon e a Carlisle, invece, si faceva ricorso a una rete di irrigazione interrata e a un trattamento chimico preliminare cospargendo i liquami con acido fenico¹⁶.

Diversamente dalla Gran Bretagna, dove Birmingham era la sola città con più di mezzo milione di abitanti ad aver adottato la depurazione agricola, nell'Europa continentale questo sistema di smaltimento era stato applicato da subito a scala di ca-

¹³ Frankland, 1877: 793-s.; Mille, 1867b: 218-s.

¹⁴ Bardois, Bieber, 1898: 172-176.

¹⁵ Frankland 1877: 762-s.

¹⁶ Mille, 1867: 218-s.

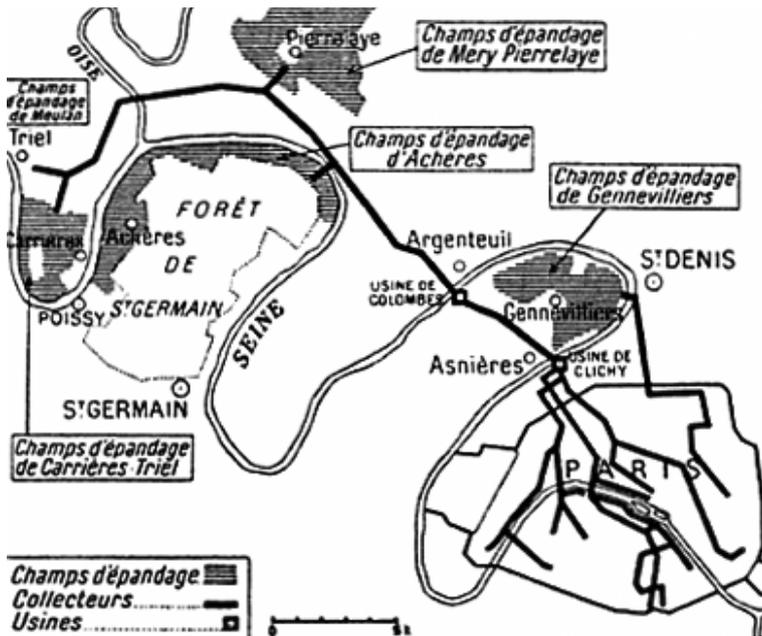
pitali come Parigi e a Berlino e di grandi città industriali come Danzica, Reims, Breslavia¹⁷.

La sua consacrazione alla fine del XIX secolo è sintetizzata in Francia dallo slogan che fu coniato dalla Société de médecine in occasione dell'Esposizione universale del 1900: *Tout à l'égout, rien à la Seine* (tutto nella fogna, niente nella Senna). Sei anni prima era stato reso obbligatorio per legge l'allacciamento di tutti gli edifici di Parigi alla rete fognaria e il completamento dei *champs d'épandage* necessari a smaltire l'intero effluente dei suoi collettori, pari allora a 400 mila m³. Nel 1899 si estendevano lungo la Senna cinquemila ettari di terreni irrigati dalla fognatura, equivalenti a un ettaro ogni 380 abitanti (fig. 1). Intanto, però, l'adozione stessa del *tout-à-l'égout* aveva aumentato l'effluente giornaliero a 600 mila m³, un volume che le nuove aree di spandimento riuscivano a prosciugare soltanto in parte. Nel 1912 la superficie di depurazione copriva una superficie di seimila ettari ed era in grado di smaltire la metà del volume di acqua lurida emessa giornalmente dalla rete fognaria, pari 800 mila m³.

Ancora più inarrestabile era stata l'espansione del sistema dei campi di spandimento realizzati a Berlino (fig. 2). Se nel 1884 la loro superficie era di 2.550 ettari, pari a un ettaro ogni 350 abitanti, nel 1905 essa copriva 7.542 ettari, ossia un ettaro ogni 260 abitanti, per raggiungere nel primo Novecento la cifra di 15.724 ettari di *rieselfelder*, pari a 179 abitanti per ogni ettaro¹⁸. Nel secolo scorso, tuttavia, l'area di depurazione agricola più vasta del mondo, e anche la più duratura, fu tuttavia quella a valle di Milano, gestita dalla fine del XIX secolo dal Consorzio degli utenti della Vettabbia in regime di libera coltivazione. Da

¹⁷ Wéry, 1898: 293-ss. Altre grandi capitali ad avere applicato la tecnica dei campi di spandimento sono state Mosca, Tokyo e Il Cairo.

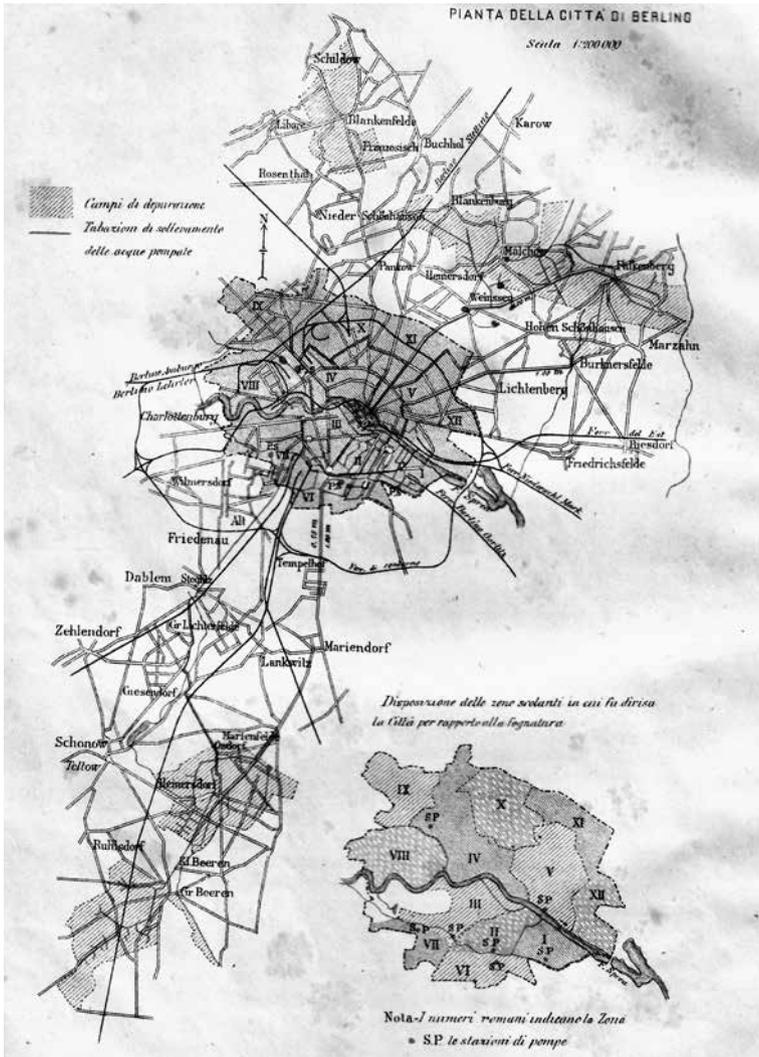
¹⁸ Spataro, 1909: 15-s.



1. Campi di depurazione e condutture di acque reflue a Parigi negli anni '30 del XX secolo. Da Demangeon, 1933.

A destra il concentrarsi a Clichy dei tre grandi collettori parigini di Asnières, Marceau e di Clichy. Più, a nord, il collettore dipartimentale. Al centro i campi di spandimento di Gennevilliers, della foresta di Saint-Germain e l'acquedotto di irrigazione di Achères con le sue diramazioni verso i campi di spandimento di Carrières-Triel e Méry-Pierrelay iniziati nel 1896.

2.530 ettari nel 1897, al momento dell'entrata in funzione della nuova rete fognaria milanese, pari a un ettaro ogni 138 abitanti, cinque anni dopo questa superficie era di 3.098 ettari, ciò che per una popolazione di 470 mila abitanti equivaleva a un ettaro ogni 88 abitanti. Trent'anni più tardi, nel 1933, era di 7.500 ettari, pari a un carico di 100 abitanti per ettaro, per toccare i 19.000 ettari



2. Pianta delle zone scolanti, delle tubazioni di sollevamento della fognatura e dei campi di spandimento di Berlino alla fine del XIX secolo. Da Poggi, 1895.

irrigati negli anni Cinquanta, quando la popolazione milanese superò la cifra di un milione e mezzo di abitanti¹⁹.

Acqua e terra

Acqua e terra: l'una veicolo delle deiezioni cittadine, l'altra strumento di purificazione e rigenerazione. La spinta a studiare questo binomio era scaturita a metà del XIX secolo dal paradosso delle moderne reti fognarie a circolazione continua, dotate di grandi collettori per allontanare rapidamente dalla città i suoi rifiuti organici, prima che entrassero in putrefazione, concentrandoli e smaltendoli a valle, nei fiumi. Il paradosso stava nel fatto che questo tipo di fognature risanava i centri e i tratti cittadini dei fiumi e avvelenava le periferie, contaminando per decine di chilometri quegli stessi fiumi da cui i comuni a valle pompavano l'acqua da bere. Ecco, per esempio, come si presentava nel 1872 la Senna a Clichy, allo sbocco del collettore generale di Asnières, due chilometri fuori dalle fortificazioni parigine:

Un fango grigio, mescolato a rifiuti organici, si accumula lungo la riva destra formando dei banchi alluvionali che in certi periodi dell'anno sporgono notevolmente fuori dall'acqua e non spariscono se non dopo costosi lavori di drenaggio. Questo fango, che discende fino al talweg del fiume, è sede di una fermentazione attiva che si manifesta sotto forma di innumerevoli bolle di gas che scoppiano alla superficie dell'acqua. Durante gran parte dell'anno, e specialmente nei momenti di gran caldo, queste bolle raggiungono dimensioni considerevoli (da 1 metro a 1,5 metri di diametro), trascinano con sé il fango portando alla superficie materie nere e infette che seguono la corrente²⁰.

¹⁹ Vedi Poggi, 1911: 348; 335; Antoniani, 1933: 41-47; Columbo, 1960: 201. In Italia lo spandimento agricolo delle fognature fu adottato negli ultimi decenni del secolo anche a Torino, su 500 ettari di prati irrigati dal canale di Vanchiglia fra la Dora e il Po, a Firenze, su quindici ettari coltivati a orti alle Cascine, e presso Napoli, a Cuma, sulle spiagge di Licola, vedi Mille, 1862: 10-s.; Durand-Claye, 1874; Pacchiotti, 1880: 196-199; Wéry, 1898: 300.

²⁰ Durand-Claye, 1880: 120.

Lo studio della depurazione agricola prende avvio alla fine degli anni Sessanta del XIX secolo dalla necessità di preservare i fiumi da questi loro nuovi affluenti di acqua infetta che erano i moderni collettori fognari. Il ripetersi nel 1849 e nel 1854 in Inghilterra di epidemie di colera con decine di migliaia di vittime è stato un fattore concomitante di grande peso. Un ruolo non trascurabile ebbe anche l'aspetto utilitario, grazie al clamore suscitato nel 1858 dalla pubblicazione sul *Times* della lettera aperta con cui Justus von Liebig denunciava lo sperpero di materie fertilizzanti gettate quotidianamente in mare attraverso la fognatura londinese:

In un anno, un milione di tonnellate di guano sono state importate in Europa e per la maggior parte in Inghilterra; in mezzo secolo più di sei milioni di concime a base di ossa sono arrivati da diverse parti del globo in questo Paese, e tuttavia questa enorme quantità di concimi è solo un frammento, una goccia d'acqua rispetto al diluvio di escrementi umani che discende attraverso i fiumi nell'Oceano²¹.

Al timore delle epidemie si aggiungeva il senso di una perdita economica. Ma per quanto rilevanti, queste ragioni di natura sanitaria ed economica non sono sufficienti a spiegare la nascita di un programma di ricerca incentrato sullo smaltimento agricolo delle fognature. Ciò che lo rese possibile fu la nomina nel 1868 di uno specialista dell'analisi chimica come Frankland, un allievo di Liebig, in seno a una commissione governativa incaricata di trovare una soluzione all'inquinamento dei fiumi. Frankland ottenne dal governo che fosse creato a Londra un laboratorio specificamente attrezzato per la chimica dei liquami grazie al quale condurre migliaia di analisi della fognatura di Londra così come dell'acqua di colatura delle marcite di Croydon, dei prati di Edimburgo e di altri *sewage farms*:

²¹ Cit. in Mille, 1867b: 208.

Ho scoperto – scriveva – che le più formidabili sostanze inquinanti nelle acque luride sono le materie organiche in soluzione, e che tutti i procedimenti di precipitazione (i cosiddetti trattamenti chimici) rimuovono poco più che delle materie in sospensione relativamente innocue, lasciando quasi intatte quelle realmente dannose, le materie organiche disciolte. D’altro lato ho trovato che l’acqua lurida fatta passare sopra o attraverso il terreno, viene effettivamente purificata²².

Ai suoi occhi la proprietà purificatrice del suolo consisteva in una combustione lenta delle materie organiche putrescibili che ossidandosi si trasformavano in composti minerali, come sali di acido nitrico. Condizione necessaria per la depurazione era la presenza di ossigeno, ciò che imponeva di scegliere suoli porosi e di irrigarli per infiltrazione in uno strato di terreno non inferiore a due metri e a intervalli, per dare al terreno il tempo di arearsi. Per determinare il volume d’acqua che una data superficie di suolo permeabile poteva purificare, Frankland faceva filtrare attraverso un tubo di 25-30 centimetri di diametro, alto due metri e riempito di terra del *sewage farm* di Beddington, quantità crescenti di acqua della fognatura di Londra fino a quando l’analisi del liquido fuoriuscito dall’estremità inferiore del tubo attestava la sua depurazione, vale a dire l’assenza di ammoniaca e di perdita di peso alla calcinazione, entrambi indici dell’avvenuta nitrificazione dell’azoto organico²³.

Ripetute analisi comparative eseguite nell’inverno del 1869 con terra di altri campi di spandimento portavano Frankland a concludere che un metro cubo di terreno permeabile irrigato in modo intermittente per infiltrazione era in grado di depurare completamente 32 litri di acqua di fognatura al giorno. Con una quantità doppia di liquami, invece, il suolo si saturava im-

²² Frankland, 1877: 685. Sulle precedenti esperienze sul potere assorbente del suolo Thompson, 1850.

²³ Frankland, 1877: 749-754. Vedi anche An. 1870: 204.

pedendo il ricambio di ossigeno nel terreno e producendo una purificazione solo parziale:

I nostri esperimenti dimostrano che se il suolo non riceve dosi eccessive di liquami, manterrà la sua efficacia per un lungo se non illimitato periodo di tempo. Con un terreno appropriato e ben drenato basterà solo livellarne la superficie e ripartirla in quattro sezioni da irrigare una dopo l'altra per sei ore. A queste condizioni la fognatura di una città di 10 mila abitanti potrà essere depurata su 5 acri [2 ha] di terreno, purché ben drenati e aventi uno spessore di sei piedi [180 cm]²⁴.

Questi risultati di laboratorio in favore dell'applicazione dello smaltimento agricolo rendevano ancora più deludente l'insuccesso commerciale in cui era invece incorso qualche anno prima il progetto di risolvere con questo nuovo metodo di trattamento il problema dell'inquinamento fognario del Tamigi a Londra.

Nel 1865, su pressione del General Board of Health, Londra era stata infatti la prima capitale europea a optare per un programma di depurazione agricola. Il progetto era stato sviluppato da due ingegneri di fama come George W. Hemans e John F. Bateman e prevedeva la costruzione di un acquedotto di irrigazione di 70 chilometri in grado di portare le emissioni di metà della città, quelle dei collettori della riva settentrionale del Tamigi, dalla stazione di pompaggio di West Ham Abbey Mills fino alla costa dell'Essex. L'intento era di irrigare le spiagge del Mare del Nord presso Maplin, creando campi di spandimento destinati a estendersi fino a una superficie di ottomila ettari e protetti dalle maree mediante dighe come quelle dei polder olandesi²⁵.

Era un progetto dai costi faraonici, ma dato il carattere commerciale dell'impresa, la municipalità di Londra ne ave-

²⁴ Frankland, 1877: 761.

²⁵ Mille, 1867b: 209-s.

va affidato l'esecuzione a una società di capitali, la Metropolis Company and Essex. La speranza dei suoi azionisti era di poter coprire gli interessi in corso d'opera vendendo sotto forma di abbonamento il concime liquido ai proprietari dei terreni via via raggiunti dall'avanzamento dell'acquedotto. Ma dopo la costruzione di alcuni chilometri di condotta la previsione si era rivelata infondata e al sopraggiungere della crisi economica del 1866 il progetto fu abbandonato. La reticenza degli agricoltori all'idea di irrigare i propri campi con la fognatura cittadina era un fattore di cui da allora in poi i promotori della depurazione agricola avrebbero dovuto tenere conto.

Analogo scacco commerciale, a causa del costo dei terreni idonei alla depurazione, toccò a un'altra società inglese che si era aggiudicata nel 1866 lo spandimento agricolo della nuova fognatura di Bruxelles²⁶. Questa stessa ditta ebbe però successo a Danzica, dove la lentezza della Vistola e la mancanza di maree del Baltico costringevano a pompare la fognatura sulla costa, a quattro chilometri dalla città, e spargerla sulle dune sabbiose delle spiagge, trasformate in fertili campi di ortaggi e di foraggio²⁷. Anche a Reims la società privata concessionaria dello smaltimento agricolo delle fognature cittadine aveva trovato il suo tornaconto economico associando la coltivazione di barbabietole industriali alla fabbricazione di alcol in due distillerie realizzate accanto ai campi di spandimento.

A parte questi casi, la tendenza generale era che dei pesanti costi di realizzazione dei campi di spandimento dovessero farsi carico le amministrazioni locali, nel quadro dei programmi urbanistici e sanitari caratteristici della politica municipale nella seconda metà del XIX secolo. Agli imprenditori britannici ve-

²⁶ De Rote, 1877.

²⁷ Ronna, 1872-1873: 556-558.

diamo così succedere nel ruolo di protagonisti del trattamento agricolo gli ingegneri degli uffici tecnici comunali. Questo nuovo ruolo ha i suoi due antesignani nelle figure dell'ingegnere Auguste Mille, l'apostolo dell'utilizzazione agricola delle fognature parigine, e dell'ingegnere municipale berlinese James Hobrecht, autore anche del piano regolatore della capitale tedesca e collaboratore delle riforme sanitarie promosse da Rudolph Virchow.

L'epopea dei champs d'épandage

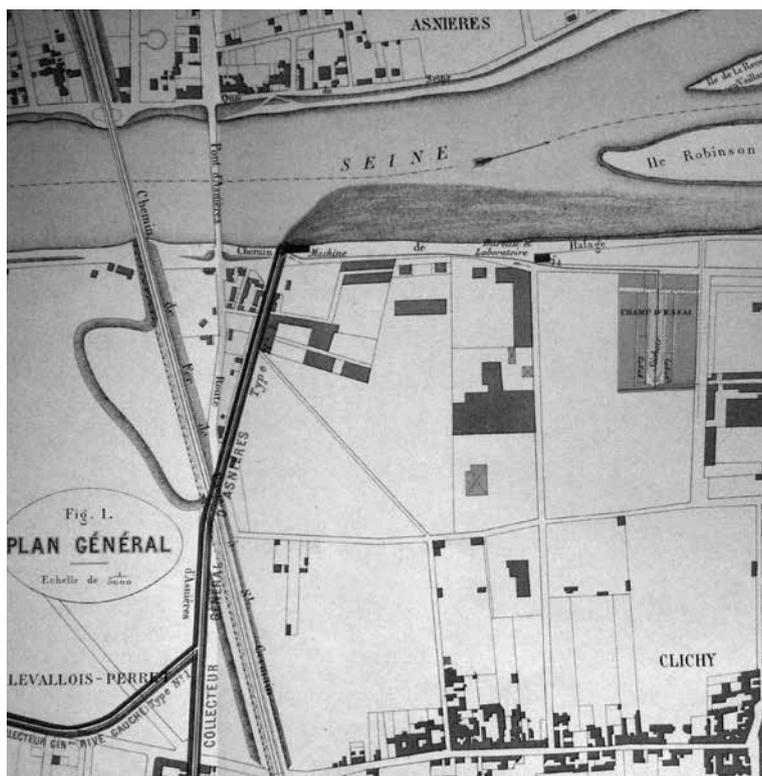
Prima di essere un tecnico municipale, Mille era un ingegnere del corpo statale dei Ponti e strade che lo aveva plasmato per il servizio pubblico. Nel 1867 dirigeva la discarica comunale della Villette quando era stato nominato a dirigere, con l'aiuto del suo assistente Alfred Durand-Claye, il nuovo ufficio "Risanamento della Senna", finalizzato a sperimentare e confrontare tra loro i possibili sistemi chimici e agricoli per la depurazione delle fognature²⁸.

A destinarlo a questo compito erano state le missioni di studio da lui compiute in Inghilterra e poi a Valencia e a Milano, dalle quali aveva riportato, attraverso una serie di relazioni inviate al prefetto Hausmann, l'assoluta convinzione che "l'utilizzazione delle acque di fognatura deve essere posta in cima alle necessità di una città"²⁹.

In contemporanea con le ricerche di Frankland, Mille e Durand-Claye ottenevano dal comune di Parigi la creazione di un laboratorio di analisi e di un campo sperimentale a Cllichy, accanto allo sbocco nella Senna del collettore principale di Asnières, con bacini di decantazione per le prove di precipita-

²⁸ Su Auguste Mille (1812-1894) vedasi Passy, 1894.

²⁹ Mille, Durand-Claye, 1869: 11.



3. Pianta generale dello sbocco del collettore principale di Asnières a Clichy. Da Mille, Durand-Claye, 1869, tav. I.

A destra del pennacchio di inquinamento creato lungo il fiume dallo sbocco del collettore sono indicati il campo sperimentale e il laboratorio del Servizio per il risanamento della Senna diretto dall'ingegner Mille.

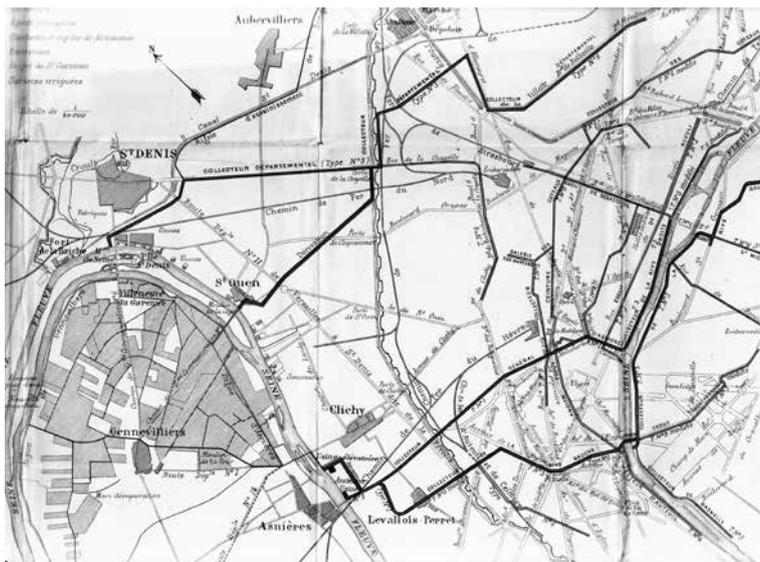
zione chimica della fognatura trattata con solfato di allumina e di depurazione dei liquami del collettore mediante irrigazione di campi di ortaggi (fig. 3). Per le analisi più complesse i campioni venivano inviati a Parigi al laboratorio di chimica dell'École

des Ponts et Chaussées. Con aste di livello e galleggianti avevano misurato la quantità e velocità dell'effluente giornaliero, mentre per calcolare la quantità di fognatura depurabile da un ettaro di suolo si servivano di una vasca di vetro alta due metri e larga 80 centimetri riempita con 1.280 litri di terreno sabbioso prelevato dalla piana di Gennevilliers, sulla riva opposta della Senna. Ogni ventiquattro ore vi facevano filtrare dieci litri d'acqua del collettore ricavandone una quantità d'acqua completamente depurata pari a 7,8 litri per ogni metro cubo di terra, ossia 57.000 m³ per ettaro all'anno³⁰. Fu sulla base di questa cifra che venne poi fissata per legge, nel 1894, la dose massima consentita in Francia di 40.000 m³ all'anno di acqua di fognatura per ettaro irrigato.

Nel 1870 le esperienze furono trasferite nella piana di Gennevilliers dove il municipio di Parigi aveva acquistato sei ettari di terreni trasformati da Mille e Durand-Claye in un "Giardino modello" coltivato a orti e prati irrigati con l'acqua del collettore pompata dalla sponda opposta della Senna (fig. 4). Per vincere la reticenza degli agricoltori locali, i terreni di questo Giardino modello erano offerti in uso gratuito unitamente all'acqua di irrigazione. Era la prima volta che dei contadini si vedevano proporre terra, acqua e concime che non costavano nulla. Erano anche a disposizione degli esperti di botanica della Società di orticoltura pronti a dare la loro consulenza in materia di specie e coltivazioni di ortaggi, erbe e fiori.

Sopraggiunse nel 1870 una battuta d'arresto di mesi, a causa della guerra e dell'assedio di Parigi, che lasciò semidistrutti sia la rete di irrigazione del Giardino modello sia la stazione di pompaggio di Clichy. Ma il programma di Mille non nobbe che un fermo temporaneo. Con l'avvento della Terza

³⁰ *Ibidem.*

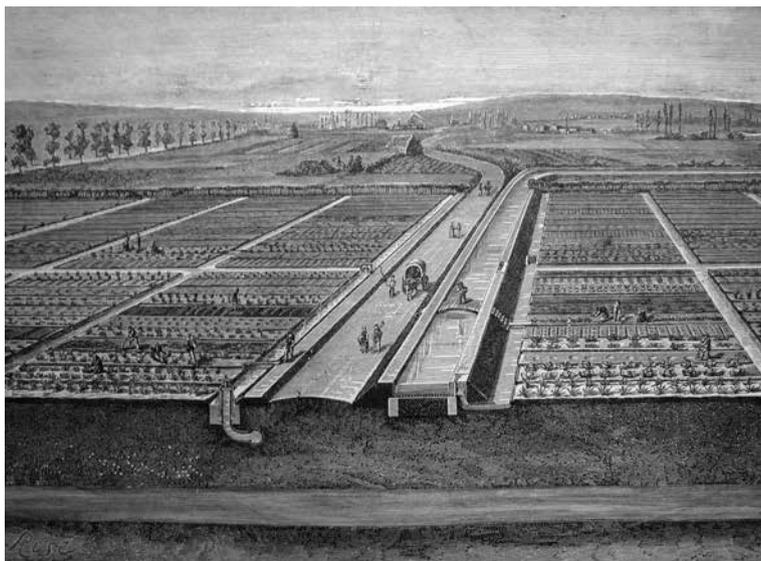


4. Pianta dei campi di spandimento di Gennevilliers irrigati dal collettore generale di Asnières e a nord dal collettore dipartimentale attraverso la derivazione verso Saint-Ouen. Da Durand-Claye, 1884, tav. XII.

A destra in alto il centro di Parigi con le isole della Cité e di Saint-Louis.

Repubblica trovò anzi nuovi alleati presso i ministeri e il Consiglio municipale della capitale. Un riscontro di questo consenso politico ci è offerto dal succedersi di mostre dedicate alla depurazione agricola in seno a tutte le Esposizioni universali parigine, con assaggi di prodotti freschi dei campi di spandimento, tavole di analisi chimiche dell'acqua depurata, stampe e modelli di coltivazioni, di reti di irrigazione fertilizzante, di paratoie (fig. 5, 6)³¹.

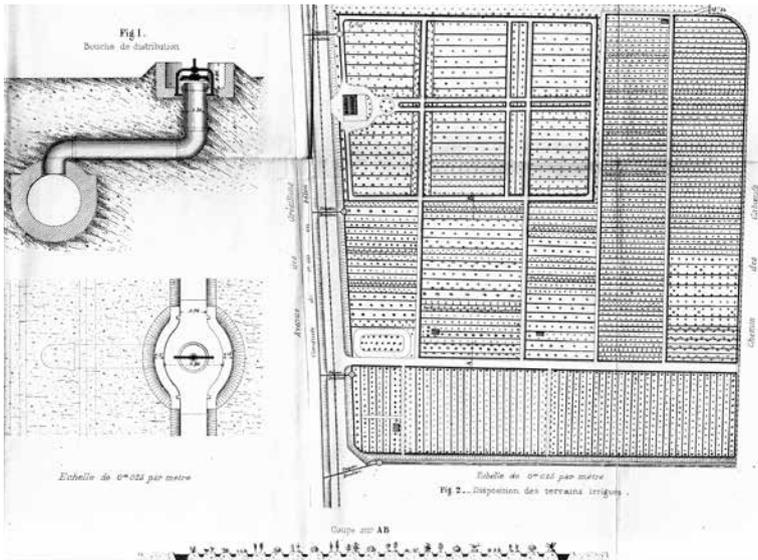
³¹ Mille, 1867a: 2-11; Durand-Claye, 1880: 115-145.



5. Irrigazioni dei campi di spandimento nella Piana di Gennevilliers, incisione di V. Rose. Da Vilmorin, 1878.

Lo spandimento agricolo sui terreni di Gennevilliers assorbiva solo 70 mila m³ quotidiani dell'acqua infetta che i collettori continuavano a riversare nella Senna, ma dimostrava in modo inequivocabile l'efficacia della depurazione mediante il suolo. In base alle analisi batteriologiche svolte settimanalmente nel laboratorio municipale di Montsouris, l'acqua trattata a Gennevilliers risultava di gran lunga più pura di quella dell'acquedotto della Dhuis che bevevano i parigini.

Nel 1875 i terreni irrigati nella piana di Gennevilliers erano saliti a 350 ettari, di cui 250 coltivati a ortaggi, 75 a prati e cereali e il resto a giardini, con rendimenti giudicati eccellenti: cinque tagli di fieno all'anno e legumi di qualità ricercati alle

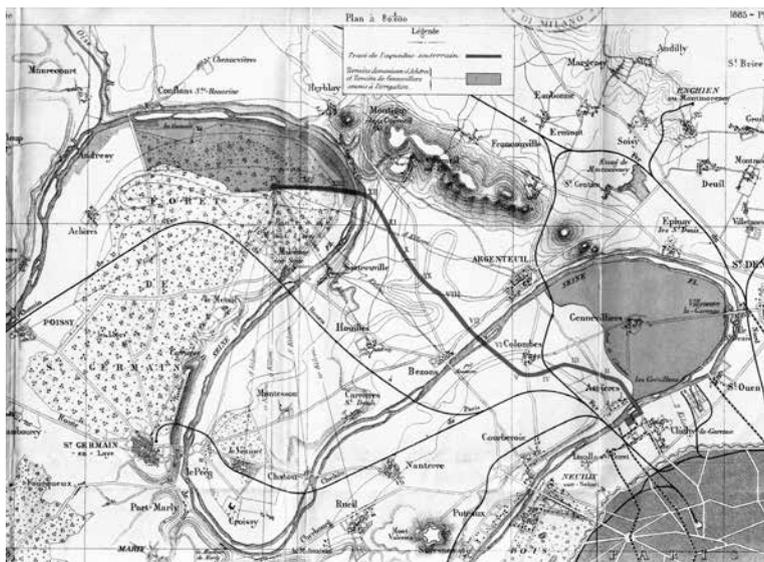


6. Bocca di irrigazione e disposizione dei terreni irrigati a Gennevilliers. Da Durand-Claye, 1884.

Halles di Parigi. Di pari passo erano cresciuti anche i valori fondiari e locativi dei terreni come pure la popolazione residente, tanto che il comune di Gennevilliers aveva chiesto di sua iniziativa il rinnovo per una durata di dodici anni della fornitura gratuita dell'acqua di fognatura³². A sei anni dall'inizio dell'esperimento, Mille e Durand-Claye ritenevano dunque che i tempi fossero maturi per un salto di scala in grado di sottrarre alla Senna 200 mila m³ di liquami al giorno, metà dell'effluente giornaliero.

Il progetto preliminare da loro presentato nel 1875 prevede-

³² Préfecture de la Seine, 1878.



7. Progetto di ampliamento dei campi di depurazione alla foresta di Saint-Germain mediante l'acquedotto interrato di Achères. Da Durand-Claye, 1885, tav. 38.

va un acquedotto di irrigazione di 16 chilometri da Clichy fino al comune di Achères, nel dipartimento limitrofo della Senna e Oise, dove realizzare lungo la Senna un nuovo Parco agricolo di quasi seimila ettari sui terreni sabbiosi e incolti facenti parte della foresta demaniale di Saint-Germain (fig. 7)³³. Il progetto aveva ottenuto l'approvazione del Consiglio dei Ponti e strade come pure del Consiglio municipale di Parigi, ma quando fu inviato alla Camera per ottenere la dichiarazione di utilità pubblica, si scatenò una guerra di ricorsi.

La nuova area di spandimento incideva infatti sul Diparti-

³³ Belgrand, Mille, Durand-Claye, 1875.

mento della Senna e Oise e in particolare su una zona di villeggiatura popolata di ville e molto frequentata dai parigini. Tra perizie tecniche contrapposte e cambiamenti di governo, il braccio di ferro si protrasse in sede parlamentare fino al 1889, alimentato dalle valutazioni formulate dalle commissioni del Dipartimento della Senna e Oise e da quello della Senna e da campagne di stampa che imputavano la capitale di prevaricare sui diritti alla salubrità dei comuni a valle. Il tutto rinfocolato dalle accuse che venivano mosse da medici e igienisti – Pasteur *in primis* – di trasformare la valle della Senna in un focolaio di infezioni.

A rendere incandescenti le polemiche contribuì la scoperta che a Gennevilliers la falda idrica si era alzata inondando alcune cantine. Da questo innalzamento si facevano dipendere anche dei fenomeni di clorosi delle piante, attribuiti alla presenza di ammoniaca. La commissione nominata dal Dipartimento della Senna per l'esame del progetto di Mille e Durand-Claye si fece dunque carico di indagare le cause di questo anomalo elevarsi della falda. Fu accertato che non dipendeva dalle irrigazioni, ma dalle forti precipitazioni unitamente alle infiltrazioni delle acque della Senna, il cui livello era aumentato di un metro a seguito della costruzione della diga di Bezons, qualche chilometro più a valle. La commissione prescriveva pertanto la necessità di dotare tutti i campi di spandimento di sistemi di drenaggio, e non solo a Gennevilliers, dove occorreva abbassare la falda per garantire alla depurazione uno strato di almeno due metri di sottosuolo, ma anche nei futuri *champs d'épandage*. Soltanto il drenaggio poteva infatti assicurare l'aerazione del suolo indispensabile all'effetto depurativo dei terreni irrigati.

Relatore della commissione era l'ingegnere Théophile Schloesing, direttore delle Manifatture dei tabacchi e professore di

chimica agraria nel nuovo Institut national agronomique di Parigi. La parte più originale della sua relazione riguardava proprio la capacità depurativa di terreni sabbiosi come quelli della foresta di Saint-Germain che il progetto di Mille e Durand-Claye destinava a ospitare i nuovi campi di spandimento. Precedenti esperienze del chimico Jean Baptiste Boussingault avevano infatti messo in luce che la sola sabbia, malgrado la sua porosità, non trasformava in sali nitrati l'azoto presente in materie organiche come la lana, il sangue, le ossa. Era però sufficiente introdurre nella sabbia del terriccio per osservare subito la scomparsa dell'ammoniaca, segno del compiersi della nitrificazione. C'era qualche cosa di specifico nell'humus vegetale in grado di accelerare la combustione delle sostanze organiche, si chiedeva Schloesing, ma in che cosa consisteva questa "virtù di nitrificare" di cui la terra sembrava possedere la prerogativa³⁴?

Schloesing eseguì una serie di esperienze con una colonna di Frankland riempita alternativamente di terriccio e di sabbia e acqua di fognatura. Provò a riscaldare il terriccio a 110° C e osservò che la sua proprietà di nitrificare le materie azotate cessava. Se questa terra così sterilizzata veniva però mescolata con altro terriccio non riscaldato, la nitrificazione riappariva. Aggiungendo del cloroformio, la nitrificazione cessava di nuovo per non riprendere se non quando il cloroformio incominciava a evaporare. Riempiendo invece la colonna di sabbia riscaldata al rosso, così da privarla di ogni traccia di materia organica, e irrigandola regolarmente con acqua di fognatura, nell'arco di

³⁴ Schloesing, 1876: 26-s. La scoperta del fermento nitrificatore è comunicata nella relazione di Schloesing sul progetto di acquedotto d'irrigazione da Clichy alla Foresta di Saint-Germain, sotto forma di una "Note sur l'épuration de l'eau d'égout par le sable pur" datata 10 febbraio 1877, e fu poi presentata in una serie di note all'Académie des sciences in Schloesing, Müntz, 1877.

otto giorni Schloesing constatava il verificarsi della nitrificazione. Pertanto anche la sabbia purificava l'acqua di fognatura tanto quanto la terra, sebbene a distanza di tempo. Il verificarsi della depurazione con otto giorni di ritardo provava che nella sabbia sterilizzata era assente ogni "fermento nitrificatore", che questo vi era stato portato dall'acqua di fognatura e che per svilupparsi in quantità sufficiente aveva richiesto un certo tempo. Tutto ciò imponeva di pensare che la depurazione dell'acqua di fognatura in un suolo di terra o di sabbia non potesse essere un fenomeno di ossidazione per combustione chimica, ma un'ossidazione di natura biologica. La relazione di Schloesing dichiarava "estremamente probabile che vi potesse concorrere la vita di organismi come il *mycoderma aceti* e altri di cui Pasteur ha così ben definito le funzioni, capaci di trasportare l'ossigeno dell'aria sulle più diverse materie organiche"³⁵.

Il "fermento nitrico" scoperto da Schoeling nel 1876 fu identificato nel 1890 dal batteriologo Sergiej Winogradsky come costituito da microorganismi di due specie, l'una in grado di trasformare l'ammoniaca in nitriti e l'altra di ossidare questi ultimi trasformandoli in sali minerali nitrati, ultima fase del ciclo di trasformazione dell'azoto organico, che giunto a questo stadio non era più putrescibile³⁶. Subito dopo l'isolamento e la coltivazione di questi microbi nitrificatori presero avvio nel 1892 in Inghilterra le esperienze di Willian Dibdin sul trattamento della fognatura mediante letti batterici aerobici e poi di Donald Cameron con fosse settiche anaerobiche, riprese anche da Albert Calmette all'Institut Pasteur di Lille, all'origine dei metodi oggi in uso nei nostri impianti di depurazione biologica delle acque reflue.

³⁵ Schloesing, 1876: 75.

³⁶ Winogradsky, 1890. Id., 1890. Vedi Ackert, 2013: 79-s.

Da Bruxelles a Milano

Se questa che abbiamo finora ripercorso era la nascita della tecnica dei campi di spandimento, una tecnica frutto di continue ricerche di laboratorio e di trasformazioni nelle scienze della vita, quale ruolo poteva avervi svolto una tradizione agricola locale come la prassi milanese dell'irrigazione lurida? Per rispondere a questa che era la domanda che ci eravamo posti all'inizio, occorre per prima cosa verificare che cosa di fatto si sapeva a nord delle Alpi delle marcite e dei prati stabili milanesi irrigati dalla Vettabbia. Nel XIX secolo non mancano infatti le pubblicazioni dedicate alle marcite, sul modo di coltivarle e concimarle e sull'assenza di effetti patogeni di queste coltivazioni tipiche della Lombardia e che nel secolo precedente erano state accusate di contribuire con i loro miasmi al diffondersi delle febbri malariche. Di queste pubblicazioni agronomiche, una era stata anche tradotta in Francia³⁷, dove perfino il *Journal officiel*, l'equivalente della *Gazzetta Ufficiale*, aveva dedicato un articolo a *Les marcites* e alle loro eccezionali rese di foraggio³⁸. Erano però memorie e articoli che avevano per oggetto le marcite ordinarie, irrigate con acque di risorgive, canali e fiumi, e che citavano solo di sfuggita la loro irrigazione con i liquami trasportati a valle di Milano dalla Vettabbia³⁹. Dobbiamo dunque rivolgerci ad altre fonti.

Prendiamo come punto d'osservazione quella "vetrina" dei campi di spandimento che fu il primo Congresso internazionale d'igiene di Bruxelles del 1876. Un'intera sessione era appunto dedicata al tema "Depurazione delle acque di fognatura e irrigazione". Tra i suoi partecipanti riconosciamo l'igienista Edwin

³⁷ Moretti, 1836.

³⁸ An., 1874: 8625-s. Si trattava di un estratto di Lecouteux, 1874.

³⁹ Vedi i cenni sull'irrigazione lurida in Berra, 1822: 103-s.; Bruschetti, 1834: 7; Burger, 1843: 135; Cattaneo, 1844; Manzi, 1854.

Chadwick e gli ingegneri James Hobrecht e Baldwin Latham, progettista quest'ultimo della rete delle fognature di Danzica. Gli italiani presenti al Congresso erano venuti tutti da Milano: il senatore ed ex-ministro dell'agricoltura Luigi Torelli, l'ingegnere comunale Emilio Bignami Sormani, l'assessore comunale alla statistica Stefano Labus e il medico Gaetano Pini. La loro comune provenienza non deve stupire, vista l'urgenza che di colpo aveva assunto nel 1876 la necessità di dotare anche Milano di una rete di fognatura, dopo che le analisi dell'acqua dei pozzi cittadini aveva rivelato che nella loro stragrande maggioranza i milanesi bevevano ogni giorno "una quantità di materie organiche [...] derivanti specialmente da infiltrazioni fecali"⁴⁰.

Tornando al Congresso di Bruxelles, dai rendiconti della sessione sulla depurazione agricola apprendiamo che essa fu l'occasione per conferire uno speciale diploma all'ingegner Mille per i suoi meriti di precursore. Il festeggiato, prima di prendere per primo la parola, aveva allestito nella sala dove si teneva la riunione una piccola mostra:

su un tavolo davanti alla tribuna prodotti di ogni tipo inviati dai coltivatori di Gennevilliers: erba medica di quinto taglio, radici diverse, carote, cavolfiori bulbosi, cavoli e cavolfiori, menta peperita, frutti di stagione, pere e mele. Ai due lati di questo cespo di verdura e di frutta due boccali, l'uno colmo di acqua nera del collettore di Clichy, l'altro di acqua pura uscita dai drenaggi. Una carta con le particelle dei terreni e il progetto del nuovo canale di irrigazione da Clichy alla Foresta di Saint Germain completavano il quadro⁴¹.

Il discorso di Mille esordì sottolineando che l'irrigazione con acque di fognatura esisteva già da tempi immemorabili "in Italia, nel Milanese, dove ha creato i prati *Marcite* che rendono 500

⁴⁰ Pavese, Rotondi, 1876: 14-s.

⁴¹ Mille, 1877: 388.

franchi per ettaro; esiste in Scozia e anche là produce un'abbondante erba per vacche lattifere"⁴², per passare poi in rassegna gli iniziali esperimenti realizzati con Durand-Claye e i loro sviluppi applicativi mediante i campi di spandimento attivati a Gennevilliers, rivelando che erano già costati ai contribuenti parigini quattro milioni di franchi e annunciandone il prossimo ampliamento su migliaia di ettari della foresta di Saint-Germain. Mille concluse esprimendo con una metafora fisiologica ciò che oggi chiamiamo "ciclo domestico dell'acqua", ossia l'andata delle acque usate dalla città alla campagna e il loro ritorno purificate nei corsi d'acqua e nella falda. Una rigenerazione di questo genere era equiparabile al processo respiratorio, anche questo imperniato sul ruolo dell'ossigeno: l'acqua pura era come il sangue arterioso che partiva dal cuore per nutrire l'organismo e l'acqua usata come quello venoso che ritornava al cuore dopo essere stata purificata dal polmone⁴³.

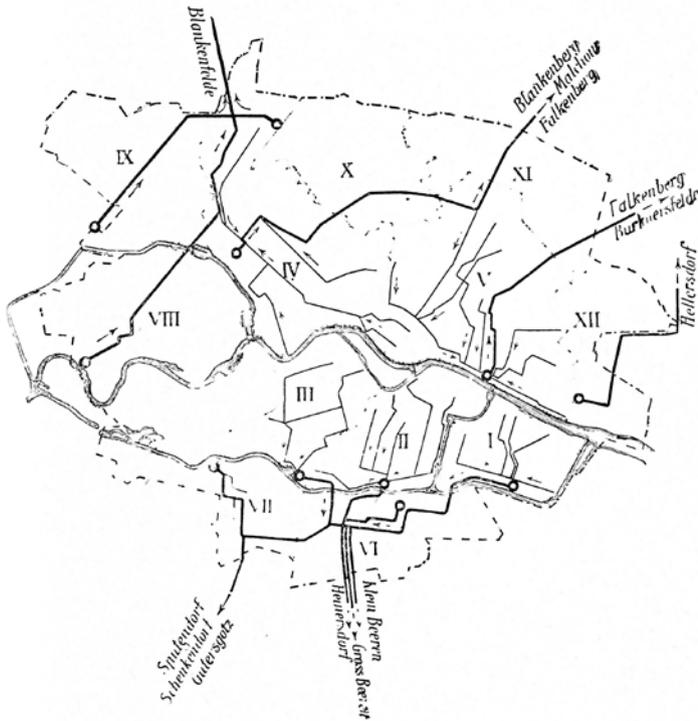
Prese subito dopo la parola l'ingegner Hobrecht, per felicitare Mille, di cui si dichiarava allievo, e illustrare lo stato di avanzamento del sistema integrato di canalizzazione e depurazione della fognatura in corso di realizzazione a Berlino e di cui era l'autore⁴⁴.

Contrariamente a Londra e Parigi, dove la pendenza del terreno aveva consentito fognature funzionanti per gravità, Berlino, che nel 1876 sfiorava già il milione di abitanti, sorgeva in una depressione alluvionale priva di dislivello, circondata da terreni in rilievo e attraversata dalla Sprea con un deflusso lentissimo. Era stato quindi indispensabile ricorrere al sollevamento mecca-

⁴² *Ibidem*.

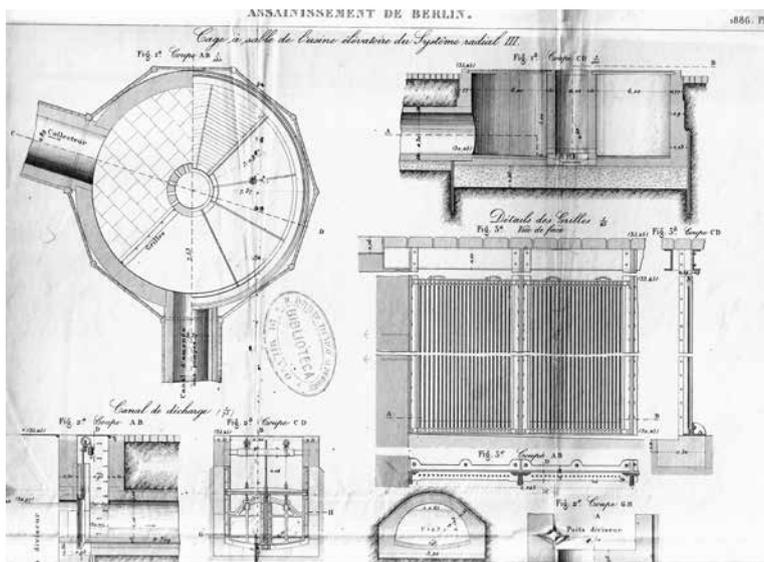
⁴³ Vedi Mille, 1885: 31.

⁴⁴ *Ibidem*: 392. Sull'opera e la figura di James Hobrecht (1825-1902) Strohmeyer, 2000; Bernet, 2004: 400-409.



8. Zone scolanti delle fognature di Berlino e rispettivi campi di spandimento. Da Columbo, 1960.

nico di tutte le acque usate cittadine. Per meglio sfruttare ogni minima pendenza, Hobrecht aveva adottato condutture di piccola sezione e collettori a tragitto corto. La rete fognaria era di tipo unitario, ossia con un'unica canalizzazione per acque pluviali, domestiche e nere, ma suddivisa in settori indipendenti che si irraggiavano con condutture prementi dal centro alla periferia e da qui verso i rispettivi campi di spandimento.



9. Fognatura di Berlino. Vasca di filtrazione. Da Durand-Claye, Petsche, 1886.

A ciascuna delle dodici circoscrizioni cittadine corrispondeva così un *Radialsystem*, come Hobrecht aveva battezzato i diversi settori della rete, ciascuno dei quali confluiva in un proprio serbatoio dotato di vasca di pretrattamento mediante desabbiatura e grigliatura meccanica in grado di separare i materiali solidi più grossolani (fig. 8, 9). L'acqua era poi aspirata da potenti impianti di pompe a vapore e spinta attraverso condotte in ghisa interrate fino alle aree di depurazione, situate a 10-20 chilometri dalla città e a 20-30 metri sopra il livello della fognatura.

All'epoca del Congresso di Bruxelles, erano entrati da due anni in funzione a sud della città i campi di spandimento di Osdorf e Friederikenhof, con una superficie di 824 ettari, e nel 1875 i *rieselfelder* di Falkenberg e Burkenersfelde, situati a nord-

est della città, con una superficie totale di 760 ettari⁴⁵. Il metodo d'irrigazione prevalentemente adottato era quello per infiltrazione discontinua, frutto di prove condotte nel corso di due anni su un campo sperimentale di due ettari alla periferia di Berlino nonché della diretta conoscenza che Hobrecht aveva dei risultati conseguiti a Gennevilliers. Per ragioni precauzionali, a causa della vicinanza della falda alla superficie del suolo, i *rieselfelder* berlinesi erano inoltre sistematicamente drenati, con "un grandissimo numero di analisi tanto delle acque in arrivo sui vari campi quanto di quelle di drenaggio"⁴⁶.

A Berlino la finalità principale dei campi di spandimento era depurativa e non commerciale, tant'è vero che tutti i terreni dei *rieselfelder* berlinesi erano acquistati dal comune, che li gestiva direttamente. Gli addetti erano alloggiati con le loro famiglie in fattorie organizzate come falansteri e tutte le operazioni di irrigazione erano regolate con precisione militare:

Gli uomini in servizio di giorno come di notte sono passati in rivista mattino e sera, con appello nominale e ispezione dell'attrezzatura. Ogni addetto è munito di un quaderno che indica dettagliatamente il lavoro da compiere e deve registrarvi i numeri delle paratoie che ha aperto, l'orario di apertura e chiusura e il numero di giri dati al volante, corrispondenti al volume di acqua. Infine deve specificare le particelle che ha irrigato⁴⁷.

La conclusione dell'intervento di Hobrecht al Congresso di Bruxelles del 1876 suonava come un bollettino di vittoria:

Centinaia di pompe già vi funzionano; ogni giorno da dieci a quindici cascate, con una popolazione di circa cinquecento persone si collegano alla

⁴⁵ Negli anni Ottanta furono inaugurati a sud i *rieselfelder* di Heinesdorf e Grossbeeren (977 ha), a nord quelli di Hohen Schonhausen e Ahrenfelder (184 ha), di Wartenberg (456 ha), Blankenberg (284 ha) e Malchow (551 ha), e a nord-ovest di Rosenthal e Blankenfelde (920 ha), vedi Hobrecht, 1884: 290-s.

⁴⁶ Bardeis, Bieber, 1898: 83.

⁴⁷ *Ibidem*: 79.

nuova canalizzazione; ogni giorno l'estensione dei terreni irrigati si accresce di un ettaro destinato alla coltivazione. Io credo, Signori, che Berlino sia la sola città importante canalizzata, drenata e risanata secondo un piano predeterminato fin dall'inizio e dove siano state prese disposizioni per fare sì che tutte le acque di fogna e le materie fecali in esse contenute siano purificate e utilizzate per l'agricoltura⁴⁸.

Sei anni di depurazione agricola avevano confermato la sicurezza di questo sistema di smaltimento naturale: a Genevilliers ci si era spinti a irrigare con 120 mila m³ di acqua di fognatura per ettaro all'anno, il triplo del consentito, senza che le analisi dei drenaggi facessero rilevare alcuno scarto. Il solo dubbio che continuava ancora a planare sulla riunione del Congresso era se l'irrigazione continuata non producesse alla lunga un accumulo di materie organiche, un "infeltrimento" del terreno capace di ridurne la permeabilità. Se lo chiedeva lo stesso Mille, domandandosi se "l'esperienza di cui disponiamo è di durata sufficiente? O i nostri colleghi conoscono terreni che sono stati sommersi per più tempo che a Parigi? Si è forse prodotto qualche inconveniente a seguito della loro irrigazione"⁴⁹?

Così dicendo Mille si rivolgeva verso i partecipanti milanesi in sala. Gli rispose il senatore Torelli:

Sono cinque secoli che la città di Milano ha dei terreni nella stessa situazione di quelli di Parigi per quanto riguarda le irrigazioni e vi si falcia l'erba fino a otto volte. Cinque secoli di riuscita non vi sembrano una garanzia sufficiente a soddisfare l'egregio ingegner Mille⁵⁰?

Un chimico belga dell'Università di Bruxelles insistette:

Verrà un momento nel quale la terra sarà saturata e il drenaggio non potrà più passare da parte a parte le acque contaminate. Si cita l'esempio

⁴⁸ *Congrès international d'hygiène [...] Bruxelles 1876*: 393.

⁴⁹ *Ibidem*: 396.

⁵⁰ *Ibidem*.

della città di Milano, che si sbarazza da secoli delle sue deiezioni grazie a un sistema di irrigazione che essa pratica. Sarei molto lieto di sapere qual è l'estensione della superficie irrigata⁵¹.

Torelli ammise di ignorare quale fosse la superficie irrigata dalla Vettabbia, ma confermò che effettivamente nel corso di una decina d'anni si depositava sulle marcite milanesi uno strato di materie cloacali che doveva essere asportato e sostituito con nuova terra. Intervenne allora l'ingegner Bignami Sormani per giustificare l'incertezza riguardante l'estensione delle coltivazioni a marcita irrigate con la fognatura:

Si è chiesto quanti ettari erano irrigati: una ventina circa. Ma si deve considerare il modo in cui si fa l'irrigazione. Una prima irrigazione produce dell'acqua di colatura che viene fatta passare su dei terreni più bassi una seconda volta, poi ancora su terreni più bassi e alla terza irrigazione le acque arrivano fino al fiume [Lambro]”.

Ho trascritto questi frammenti di discussione perché mi sembra che ben dimostrino la carenza di dati precisi sull'irrigazione lurida milanese, tanto famosa quanto misteriosa per ciò che riguardava la sua estensione, i dosaggi dell'acqua, per non parlare della composizione di quest'ultima prima e dopo il suo scorrimento sui riquadri delle marcite⁵².

⁵¹ *Ibidem*.

⁵² Nel 1844 la superficie irrigata dalla Vettabbia era stimata dall'ing. Parea in 200 ettari, v. Parea, 1844. Dopo il Congresso di Bruxelles, nel 1879 Bignami Sormani calcolava 1360 ettari: “Tutto il corpo d'acqua che esce dalla città è dapprima versato sopra una superficie di circa 785 ettari [...]. Le così dette colature che si raccolgono da quei terreni, si riprendono sopra altri terreni più bassi e con acqua di fontanili, che vanno ad aggiungersi nel percorso dei canali in quantità circa doppia delle colature, e irrigano i terreni che costituiscono il tenimento già dei frati di Viboldone per circa 325 ettari [...]. Le colature poi di questi terreni sono di nuovo riprese e con altre acque che vi si aggiungono, si versano sopra [...] circa ettari 260 [...]. Finalmente le acque residue arrivano al fiume Lambro e ben si può dire completamente chiarificate” (Bignami Sormani, 1879: 10-s.).

La Vettabbia e le marcite: un binomio.

Un'altra testimonianza di questa carenza di notizie ci è offerta da una corrispondenza, risalente a trent'anni prima, di Carlo Cattaneo con il console inglese a Milano. Attraverso l'Imperial Regio Istituto lombardo di scienze e lettere, nel 1846 Cattaneo era stato infatti incaricato di rispondere a una richiesta di informazioni proveniente dal governo inglese sui metodi dell'agricoltura irrigua lombarda, con al primo posto le coltivazioni intensive a marcite e in particolare quelle irrigate con liquami cloacali. Ciò che a Londra interessava capire era se tale sistema potesse essere applicato in Irlanda e le notizie richieste erano pertanto sia di natura tecnica, per esempio se lo spargimento di questo concime liquido avvenisse per gravità oppure con pompe a vapore, sia sul valore economico di questa concimazione fognaria adottata su larga scala.

In quanto economista e conoscitore dei problemi di arretratezza dell'agricoltura irlandese, Cattaneo cercava di smorzare le speranze che i suoi interlocutori sembravano riporre in un sistema così localizzato e legato a condizioni idrogeologiche che in Irlanda non esistevano affatto: "un modo di coltivazione assai circoscritto, valutandosi a circa 4 mila ettari (10 mila acri); ch'è all'incirca la centesima parte della superficie irrigata"⁵³. Ancor più "di nicchia" e di limitato peso economico nel complesso dell'agricoltura lombarda erano le marcite milanesi irrigate con acque cloacali:

È certo che le marcite che queste acque urbane irrigano perennemente sono d'incomparabile feracità e danno in un anno ben otto tagli d'erba alta e folta. Ma è una particella di terreno di poche miglia quadre e non porge un'applicazione in "grande scala" né può dare "immensi risultati"⁵⁴.

⁵³ Cattaneo, 1847: 87.

⁵⁴ *Ibidem*: 97.

Di riforme in senso imprenditoriale aveva bisogno l'agricoltura irlandese, non dei pretesi effetti miracolosi di cui favoleggiavano alcuni recenti libri di scienza popolare, notava Cattaneo riferendosi molto probabilmente alle *Lettere chimiche* pubblicate da Liebig due anni prima: "queste grandi aspettative intorno a una vasta applicazione degli stillicidi urbani ad una marnatura ottenuta per mezzo delle acque [di fognatura], sono suggeriti dalli ultimi libri di Chimica popolare, i quali veramente sembrano marnati di molta poesia"⁵⁵.

Le autorità britanniche non se ne dettero per inteso e tre anni dopo tornarono a chiedere notizie sull'uso agricolo che si faceva a Milano delle fognature cittadine. Questa volta non si trattava di risollevarne l'economia irlandese, ma della situazione igienica del Tamigi. A Londra nel 1849 imperversava il colera ed erano all'ordine del giorno misure e idee di prevenzione che inconsapevolmente anticipavano la rivoluzione batteriologica, come la necessità di acquedotti, la canalizzazione delle fognature e il trattamento dei loro liquami allo scopo di preservare i fiumi, chiarificandoli mediante prodotti chimici oppure spargendoli sui campi come fertilizzante, secondo quanto invocato da Liebig.

Delle varie commissioni che furono nominate allora d'urgenza a Londra, quella che ci interessa più da vicino era la Metropolitan Commission of Sewers e in particolare la sua sotto-commissione sull'utilizzo delle fognature come concime liquido, presieduta dallo stesso igienista Chadwick, e applicatasi a censire e valutare le diverse esperienze inglesi e europee di *sewage farming*. Per l'irrigazione lurida milanese Chadwick si era rivolto alla diretta competenza del conte Antonio Arrivabene,

⁵⁵ *Ibidem*: 52. Marnare un campo significa livellarlo inondandolo con acqua ricca di fango che depositandosi sul suolo ne colmava gli avvallamenti.

un tecnico di sua conoscenza. La relazione di questo ingegnere idraulico mantovano si incentrava come di consueto sulle rese eccezionali delle marcite irrigate a valle di Milano dalla Vettabbia, ma spiegava anche il sistema di fognature, canali e fontanili che alimentavano la Vettabbia⁵⁶.

Nel 1849 non si parlava ancora di depurazione irrigua delle fognature, aspetto del tutto ignorato da Arrivabene, ma la sua relazione è nondimeno importante in quanto attirava l'attenzione sulla composizione dell'acqua della Vettabbia e perché faceva conoscere le marcite di Milano a un pubblico non più solo di agronomi ed economisti, ma di medici e igienisti londinesi che erano allora alla ricerca di nuovi modi di smaltire le acque usate cittadine. Di fatto questa relazione non passò inosservata e fu nuovamente pubblicata a Londra⁵⁷, dove ben presto si manifestò il bisogno di conoscere direttamente sul posto le irrigazioni milanesi.

Nel 1857 la nuova Commissione sulle fognature, nominata da quell'embrione di ministero della sanità che era a Londra il General Board of Health, decise infatti di inviare una sua delegazione a Milano. Il presidente della commissione in questione, Lord Essex, era del resto il capofila dei fautori dell'utilizzo agricolo delle fognature. Nella fattispecie, ciò che la delegazione doveva appurare a Milano non erano tanto i vantaggi produttivi, ormai risaputi, dell'irrigazione con liquami fognari, bensì l'effettiva assenza di rischi sanitari connessi all'impiego di questo sistema in prossimità di centri urbani molto popolosi, e anche capire il perché di questa innocuità.

⁵⁶ Arrivabene, 1849: 45-47. L'ingegner Antonio Arrivabene (Correggioli di Ostiglia 1801 - Mantova 1877) era membro corrispondente dell'Istituto lombardo di scienze e lettere.

⁵⁷ Arrivabene, 1857.

La delegazione era composta da un medico, Southwood Smith, dal chimico agrario Thomas Way e dall'ingegnere Henry Austin, autore quest'ultimo della relazione di questa inchiesta a Milano, dove la delegazione risiedette per due mesi, in ottobre e novembre del 1857⁵⁸. Dalla lettura della relazione la preoccupazione principale sembra essere stata quella di poter sgombrare il campo dall'accusa rivolta in passato alle marcite di diffondere con i loro vapori putridi la malaria e altre classiche patologie ritenute di origine miasmatica, dalla febbre tifoide ai reumatismi e all'asma. In epoca napoleonica era stato previsto al riguardo di estendere anche ai terreni irrigati a marcita l'obbligo in vigore per le risaie di una distanza di rispetto di quattro miglia dalle abitazioni. La norma non era stata tuttavia adottata tanto che questo tipo di coltivazioni era praticato fin sotto la cerchia dei bastioni cittadini, in mezzo alle case dei sobborghi che facevano corona a Milano.

La relazione di Austin si articola in due parti, l'una riguardante l'incidenza di epidemie e malattie rispetto alla vicinanza di marcite irrigate con acque pulite di risorgive e canali, l'altra specificamente dedicata all'irrigazione lurida dei poderi attraversati della Vettabbia. Nel primo caso, il resoconto epidemiologico di Austin si fonda sulle attestazioni di tre sanitari milanesi pubblicate in appendice alla sua relazione. La prima, nella forma di un'analitica dichiarazione a firma del direttore dell'Ospedale Maggiore, il medico Andrea Verga, certificava che le percentuali di malattie epidemiche e miasmatiche come pure della mortalità infantile registrate nei vari quartieri di Milano erano sostanzialmente identiche, tanto nelle eleganti vie del centro cittadino più distanti da coltivazioni a marcita quanto nelle zone periferiche a ridosso di quelle irrigazioni. Si era anzi verificato il caso di

⁵⁸ Austin, 1858.

un'epidemia di colera diffusasi in città e dalla quale non erano stati minimamente toccati gli abitanti di cascine completamente circondate da marcite.

Le altre due testimonianze sono documenti estremamente animati. Animati perché trascrizioni di interviste con due medici di quartieri popolari ricche di osservazioni di carattere igienico e sociale prese dal vivo e molto precise.

La prima di queste interviste si svolge con il medico del sobborgo cittadino fuori Porta Tenaglia, popolato da ortolani e giardinieri che facevano quotidianamente uso degli spurghi dei pozzi neri come concime. La seconda con il medico del Lazzaretto di Porta Orientale, il grande edificio rinascimentale a forma di chiostro di proprietà dell'Ospedale Maggiore, utilizzato fino alla grande peste del 1630 come luogo di isolamento per malattie contagiose e poi, in epoca napoleonica, come caserma di cavalleria. Durante la Restaurazione le sue camere erano abitate in condizioni igieniche primitive da famiglie di operai e artigiani appartenenti alla classe più disagiata. Vi risiedevano 650 persone, un campione ideale per riscontrare gli effetti patogeni di un'irrigazione intensiva. Al centro di questo antico Lazzaretto si estendeva infatti un terreno di quasi 14 ettari coltivato a marcita e che veniva pertanto irrigato di continuo da ottobre a febbraio. Neppure in questo angolo rurale ai margini della città, come del resto neppure tra gli ortolani di Porta Tenaglia, erano però riscontrabili tassi di malattie superiori a quelli registrati in altri quartieri⁵⁹.

Nella parte della relazione riguardante l'irrigazione lurida, Austin invece di concentrarsi sulle marcite irrigate dalla Vettabria si applicava intelligentemente a ricostruire la qualità delle acque che alimentavano questo canale colatore, un ventaglio di

⁵⁹ *Ibidem*: 50-s.

acque di natura molto diversa. In primo luogo quelle del sistema fognario, un sistema che Austin definiva “di natura molto difettosa, ma in certo modo completo”⁶⁰, a forma di due anelli concentrici. L’uno era il Sevese, un canale interrato intorno al centro cittadino nel quale confluivano i quattro quinti delle acque domestiche e meteoriche, ma non le dejezioni, dato che tutti gli edifici cittadini utilizzavano pozzi neri, i cui spurghi venivano rimossi e utilizzati come concime negli orti e nelle campagne. L’altro anello era costituito dal canale navigabile chiamato Naviglio interno, nel quale gli abitanti delle case lungo le sponde, pari a un quinto della popolazione cittadina, scaricavano sia le loro acque domestiche sia le quelle nere⁶¹. Queste sole erano le dejezioni immesse nella Vettabbia e nessun’altra, neppure lo sterco dei cavalli, notava Austin:

oltre al fatto che le materie fecali sono trattenute nei pozzi neri, le strade di Milano sono mantenute scrupolosamente pulite. A parte la pulizia ordinaria eseguita dal municipio, il concime si vende a costo così elevato nei dintorni della città che tutto il giorno ci sono persone che raccolgono per proprio conto dalle strade lo sterco dei cavalli⁶².

In sostanza, era una parte minima di materie fecali quella che la Vettabbia riceveva in proporzione alla sua portata. E una volta all’esterno dalla cerchia dei bastioni, la sua porzione di acqua pulita si accresceva grazie a ripetuti apporti di acqua di fontanile.

Le cosiddette acque cloacali della Vettabbia erano in realtà acqua miscelata con una modesta proporzione di liquami e una

⁶⁰ Austin, 1858: 39.

⁶¹ Nel 1862 un decreto comunale vietò anche a questi immobili lungo il Naviglio interno di immettere nel canale le loro dejezioni imponendo la costruzione di pozzi neri, vedi Ingold, 2003: 125-s.

⁶² Austin, 1858: 39.

minima parte di materie fecali, sufficiente a fertilizzare il terreno, ma che l'irrigazione per scorrimento sulla cotica erbosa delle marcite bastava a filtrare e purificare. La Vettabbia non era un collettore fognario alla stregua di quelli di Londra o di Parigi, ma era un corso d'acqua con "l'aggiunta di liquidi fognari"⁶³. Nella sua diluizione risiedeva il segreto dell'irrigazione lurida milanese e della sua innocuità.

Questo risultato viene sviluppato pochi anni più tardi in un documento francese, anch'esso una relazione tecnica a stampa, indirizzata nel 1862 al barone e senatore Georges Eugène Hausmann, l'artefice della ristrutturazione urbanistica di Parigi durante il Secondo Impero. La relazione aveva per titolo *Rapporto al Prefetto della Senna sulle irrigazioni e i prati a marcita del Milanese* e il suo autore era quello stesso ingegner Mille destinato a realizzare di lì a pochi anni la depurazione agricola della fognatura di Parigi⁶⁴.

Se da parte inglese la spinta a studiare l'irrigazione lurida milanese era primariamente dettata, come abbiamo visto, da richieste di carattere igienico a tutela dei fiumi, agli occhi di Mille, invece, era altrettanto importante, se non più importante, l'aspetto produttivo dell'agricoltura intensiva milanese. Come egli segnala all'inizio del suo testo, il primo ad avere guardato con estremo interesse alle coltivazioni del Milanese era stato l'imperatore Napoleone III, nel 1859, quando durante la Seconda guerra di indipendenza era venuto in Lombardia ed era stato impressionato dalla campagna milanese "smagliante di vegetazione e grondante d'acqua anche nel pieno degli ardori estivi"⁶⁵.

⁶³ *Ibidem*: 44.

⁶⁴ Mille, 1862.

⁶⁵ *Ibidem*: 2.

Due anni dopo Mille era in missione a Milano, dove risiedette dall'ottobre del 1861 al marzo dell'anno successivo, ossia per tutto il periodo di irrigazione continua invernale delle marcite a valle di Milano, di cui egli ci dipinge così lo spettacolo:

Se si vuole giudicare gli effetti dell'irrigazione, ci si deve fermare a Chiaravalle e salire sulla sommità dell'antica chiesa costruita dai monaci compagni di San Bernardo. Quello che si vede a perdita d'occhio è un territorio suddiviso a scacchiera con una specie di perfezione geometrica; sentieri bordati su entrambi i lati da canali e da salici e pioppi; prati sui quali l'acqua cola attraverso lunghi canaletti e la vegetazione ha in ottobre il verde vivo della primavera⁶⁶.

Quello che si estendeva dalla città fino a Chiaravalle e da questa all'abbazia di Viboldone era "il più grande e antico esempio di applicazione dei liquami fognari"⁶⁷. Ai suoi occhi era una delle più grandi opere del lavoro dell'uomo e del suo genio: "l'opera dei Visconti e degli Sforza, di San Bernardo e di Leonardo da Vinci [che] noi oggi troviamo talmente viva, talmente impressa sulla superficie del Paese da sembrarci discendere dalla natura stessa"⁶⁸.

Mille conosceva la relazione di Austin del 1857 e non aveva quindi difficoltà a riconoscere che anche da un mero punto di vista qualitativo le "acque grasse" della Vettabbia erano tutt'altra cosa a paragone dei liquami concentrati, neri e fangosi, che vomitavano i collettori di Londra e di Parigi:

La diluizione [dell'acqua della Vettabbia] oltrepassa tutte le proporzioni finora note: non ha niente di simile all'acqua del Tamigi sotto i ponti,

⁶⁶ *Ibidem*: 13.

⁶⁷ *Ibidem*: 17.

⁶⁸ *Ibidem*, 23.

ANALYSES COMPARATIVES

DES EAUX D'ÉGOUT DE MILAN ET DE PARIS

D'APRÈS LES ESSAIS FAITS AU LABORATOIRE DE L'ÉCOLE DES PONTS ET CHAUSSEES

Par M^r H. MANGON.

I. ANALYSES.

N ^o D'ORDRE.	INDICATIONS.	MATIÈRES			OBSERVATIONS.
		organiques.	minérales.	TOTALES par litre.	
I. Irrigation des marçottes.					
1	Eaux limpides de la Martesana (octobre 1861).	g. » 011	g. » 079	g. » 090	Analyse sommaire faite sur moins d'un litre.
2	Idem de la Vettabia inférieure (octobre 1861)	» 010	» 097	» 107	Idem.
3	Idem de la Vettabia supérieure (octobre 1861)	» 016	» 211	» 227	Idem.
4	Idem de la Vettabia supérieure (mars 1862)....	» 013	» 206	» 219	Analyse précise faite sur plus de 5 litres. L'eau marquait 19° à l'hydrotimètre.
II. Égout d'Asnières.					
5	Eaux troubles puisées le 25 mai 1860.....	2 071	1 420	3 491	Analyses précises faites sur de fortes quantités, bien mélangées, pour obtenir la moyenne du jour.
6	Idem le 26 mai 1860.....	» 363	1 149	1 512	
7	Idem le 28 mai 1860.....	» 272	» 811	1 083	Idem.
8	Idem du 12 au 24 juin 1860	» 871	2 077	2 948	Idem.
9	Idem idem	» 075	1 781	2 456	Idem.
10	Idem novembre 1860.....	» 760	2 083	2 843	Idem.

10. Analisi comparate delle acque del Naviglio della Martesana, della Vettabbia e del collettore emissario principale di Parigi (1860-1862). Da Mille, 1862.

o della fognatura di Asnières al suo sbocco nella Senna. Quando si vede uscire a Porta Ticinese la sua corrente pressoché limpida in cui galleggiano le materie organiche, non si può credere che sia l'agente che crea prati che danno otto tagli e procurano nutrimento verde durante dieci mesi l'anno⁶⁹.

Il contributo davvero originale della relazione di Mille consiste nella tavola delle analisi chimiche dell'acqua della Vettabbia, da lui fatte eseguire a Parigi presso il Laboratorio dell'École des Ponts et Chaussées e messe a confronto con quelle dell'acqua della Senna a valle dello sbocco del collettore di Asnières a Clichy (fig. 10). Ne emergeva che la materia organica in putrefazione nell'acqua della Vettabbia era venticinque volte meno di quella presente nella Senna.

La tavola delle analisi – scriveva Mille – dà solo indicazioni di carattere generale, dato che non c'è niente di assoluto nella composizione delle acque di fognatura, che varia secondo la stagione, il giorno della settimana e l'ora della giornata. Qui le cifre sono però abbastanza nette da far riconoscere delle differenze tra i liquami di Parigi e quelli di Milano, differenze del resto visibili anche a colpo d'occhio: le acque della Vettabbia sono limpide e le materie grasse vi galleggiano senza alterarne la trasparenza, mentre quelle di Asnières sono di un giallo nero e sporco e lasciate a riposo depositano dall'1 al 2 % di fango senza cessare di essere torbide.

Constatando che l'acqua delle marcite contiene al più 20 mg di materie organiche per litro, ossia 1/50 di chilogrammo per metro cubo, mentre i liquami di Asnières in media ne contengono almeno 500 mg, ossia ½ chilogrammo per metro cubo, lascia stupiti l'estrema ricchezza delle acque di Parigi, che occorrerebbe diluire 25 volte per portarle allo stesso titolo di quelle di Milano⁷⁰.

Riprodurre a Parigi il modello dell'irrigazione lurida milanese implicava pertanto applicare il criterio dell'alta diluizione della Vettabbia alle centinaia di migliaia di metri cubi quotidiana-

⁶⁹ *Ibidem*: 12.

⁷⁰ *Ibidem*: 25.

ni dell'effluente parigino pompandovi un volume triplo di acque pulite. Così scriveva Mille al prefetto Haussmann:

I dintorni di Parigi possono avere come la periferia di Milano delle marcite, dei prati invernali a vegetazione costante? Sì, purché ci sia qui la stessa volontà e perseveranza. [...] A Parigi la Vettabbia è la fognatura di Asnières, che porta 1 m³ al secondo e dovrà versare in futuro 2 m³ [al secondo] nel fiume. I liquami sono più fangosi di quelli di Milano: bisognerebbe aggiungere due o tre volumi d'acqua pura per condurli alla limpidezza del modello⁷¹.

E anche una volta ottenute con la fognatura di Parigi percentuali di diluizione come quelle della Vettabbia, sarebbe stato necessario disporre di un impianto di sollevamento, di migliaia di ettari di terreni da irrigare, con centinaia di serbatoi, decine di chilometri di canali, di fossati di drenaggio... Un'impresa immane, "un programma che non è semplice né facile, ma che merita di attirare l'attenzione degli uomini che si preoccupano dell'avvenire"⁷².

Noi sappiamo che il programma annunciato da Mille di ricostruire la Vettabbia a Parigi si realizzò in maniera diversa da come egli l'aveva annunciato a Hausmann. I suoi *champs d'épandage* utilizzeranno l'acqua dei collettori senza alcuna diluizione, talmente concentrata da prescrivere un'irrigazione per infiltrazione profonda nel terreno e a intervalli, del tutto diversa da quella delle marcite milanesi. Nell'Europa che non era più quella dei Visconti, degli Sforza, di san Bernardo e di Leonardo, ma l'Europa dell'urbanizzazione industriale, i campi di spandimento servivano a smaltire le fognature e depurarle, prima che a coltivare.

⁷¹ *Ibidem*: 19.

⁷² *Ibidem*: 23.

I documenti attestano che l'irrigazione lurida milanese ha dunque avuto storicamente un ruolo all'origine della tecnologia dei campi di spandimento, ma un ruolo limitato. Delle marcite milanesi il sistema ottocentesco dei campi di spandimento prese a modello il vantaggio economico di utilizzare il rifiuto, ma soltanto quello. Tutte le altre caratteristiche delle marcite milanesi, come scriveva Cattaneo, non erano esportabili.

BIBLIOGRAFIA

- Ackert, L., 2013. *Sergei Vinogradsky and the Cycle of Life: from the thermodynamics of life to ecological microbiology, 1850-1950*, Springer, Dordrecht.
- An., 1870. "Special Report on the medical sewage question", *Mirror*, VII, November, 1: 200-208.
- 1874. "Les irrigations et le rendement des fourrages en Lombardie", *Journal Officiel de la République française*, VI^e année, 28, n° 354: 8625-s.
- Antoniani, C., 1933. "La depurazione agricola delle acque cloacali di Milano", *Milano*, 49: 41-47.
- Arrivabene, A., 1849. "Account of the irrigation with the sewer water of Milan", in Chadwick, E., 1849: 45-47 (rip pubbl. in Austin, 1857: 51-54).
- Austin, H., 1857. "The irrigation works at Milan", in *Report on the means of deodorizing and utilizing the sewage of towns, addressed to the President of General Board of Health*, Printed for H. M. S. O., London.
- 1858. "Report of the Deputation appointed to visit the city of Milan", in *Sewage of towns. Preliminary report of the commission appointed to inquire into the best mode of distributing the sewage of towns, and applying it to beneficial and profitable uses*, G. E. Eyre and W. Spottiswoode, London: 38-53.
- Bardois, E., Bieber, A., 1898. *L'assainissement comparé de Paris et des grandes villes de l'Europe*, Daudry, Paris.
- Barles, S., 2005a. *L'invention des déchets urbains. France 1790-1970*, Champs Val-lon, Seyssel.
- 2005b. "Experts contre experts. Les champs d'épandage de la Ville de Paris dans les années 1870", *Histoire Urbaine*, 3, 14: 65-80.
- Belgrand, E., Mille, A., Durand-Claye, A., 1875. *Rapport présenté à M. le Préfet de la Seine sur le projet de dérivation des eaux d'égout depuis l'embouchure du collecteur général d'Asnières jusqu'à l'extrémité Nord-Ouest de la Forêt de Saint Germain*, Gauthier-Villars, Paris.
- Bernet, C., 2004. "The Hobrecht Plan (1862) and Berlin's urban structure", *Urban History*, 31: 400-419.
- Berra, D., 1822. *Dei prati del basso milanese detti a marcita*, Imperial Regia Stamperia, Milano (ed. an. cura di C. M. Tartari, Parco Agricolo Sud Milano, Milano 1999).
- Bignami Sormani, E., 1879. *L'igiene delle città*, Civelli, Milano.
- Bruschetti, G., 1834. *Teoria dei progetti e delle opere per l'irrigazione del Milanese*, Ruggia, Lugano.
- Burger, J., 1843. *Agricoltura del Regno Lombardo Veneto*, Motta, ora di Carrara, Milano (ed. an. a cura di E. Y. Dilk, Parco Agricolo Sud Milano, Milano 2002).
- Cattaneo, C., 1847. "Istituzioni agrarie dell'Alta Italia applicabili a sollievo dell'Irlanda. Lettere a Robert Campbell regio vice-console in Milano", *Giornale del R. Istituto lombardo di scienze, lettere ed arti e Biblioteca Italiana*, 16: 171-238, ora in *Scritti economici*, a cura di A. Bertolino, vol. III, Le Monnier, Firenze, 1956: 68-14.

- Cattaneo, L., 1844. "Dell'importanza delle marcite e del loro perfezionamento", *Giornale agrario lombardo-veneto*, 2, IX: 147-157.
- Chadwick, E., 1849. *Sewer manure. Statement of the course of investigation and results of experiments as to the means of removing the refuse of towns in water and applying it as manure*, Reynell & Weight, London.
- Codara, G., 1908. *Ufficio Tecnico Municipale di Milano. Relazione di una visita agli impianti di chiarificazione e depurazione di alcune città della Germania (ottobre 1906)*, Stab. Tip. Lit. Civelli, Milano.
- Columbo, A., 1960. *La fognatura di Milano*, Comune di Milano, Milano.
- Congrès international d'hygiène, de sauvetage et d'économie sociale, Bruxelles 1876*, 2 voll. G. Baillière – Veuve H. Manceau, Paris – Bruxelles 1877.
- Darmon, P., 1999. *L'homme et les microbes, XVII^e-XX^e siècles*, Fayard, Paris.
- Demangeon, A., 1933. *Paris, la ville et sa banlieu*, Bourrellet, Paris.
- De Rote, L., 1877. "L'utilisation des eaux d'égouts", in *Congrès international d'hygiène, de sauvetage et d'économie sociale, Bruxelles 1876*, cit., vol. I: 195-205.
- Durand-Claye, A. 1874, *Situation des eaux d'égout et de leur emploi agricole en France et à l'étranger* (extrait de l'Annuaire de la Société des agriculteurs de France), Bergère-Levrault, Paris.
- 1880. "Le matériel et les procédés des industries agricoles et forestières", in Ministère de l'Agriculture et du Commerce, *Exposition universelle internationale de 1878 à Paris, Rapport du Jury international, Groupe VI, classe 51*, Imprimerie Nationale, Paris: 115-145.
 - 1885. "Assainissement de Paris", *Annales des Ponts et Chaussées*, 6^e s., XI, 2^e sem. : 554- 562.
 - , Petsche, A., 1886. "Mémoire sur l'assainissement de Berlin", *Annales des Ponts et Chaussées*, 6^e s., XI, 1^{er} sem.: 545-614.
- Fleury, J., 1892. "La question des égouts", *Revue des deux-mondes*, 62: 137-169.
- Frankland, E., 1877. "River pollution by sewage and its remedy", *Reports of the Royal Commission appointed in 1868 to inquire into the best means of preventing the pollution of rivers* (1870), in *Experimental researches in pure, applied and physical chemistry*, J. Van Voorst, London: 725-809.
- Hobrecht, J., 1884. *Die Canalisation von Berlin*, Verlag Von Ernst & Korn, Berlin.
- Ingold, A., 2003. *Négocier la ville. Projet urbain, société et fascisme à Milan*, École française de Rome/Éditions del'Ehess.
- Jacini, S., 1882. "Relazione", in *Atti della Giunta per la Inchiesta agraria e sulle condizioni della classe contadina*, vol. VI, t. I, Tip. del Senato, Roma: 113-s.
- Jorland, G., 2010. *Une société à soigner. Hygiène et salubrité publiques en France au XIX^e siècle*, Gallimard, Paris.
- Lecouteux, E., 1874, "Les fourrages à haut rendement", *Journal d'agriculture pratique*, 42, 24 décembre: 865-869.
- Manzi, G., 1854. *Sui prati marcitori e loro collegamento all'irrigua coltivazione lombarda*, Tip. degli Ingegneri, Milano.

- 1860. “Sul regime di roggia Vettabbia”, *Giornale dell’ingegnere, architetto, agronomo*, 8: 43-50.
- Menozzi, A., 1893. “Sulle acque di irrigazione in Lombardia”, *Rendiconti del R. Istituto lombardo di scienze e lettere*, s. II, 26: 651-661.
- 1902. *Sugli scarichi esterni dal punto di vista igienico-agricolo*, in Comune di Milano, *Commissione per la fognatura: 1901, Relazione, Allegato IV. Sottocommissione Celli e Menozzi, estensore*, Stabilimento Tipografico Enrico Reggiani, Milano: 99-115.
- Mille, A., 1854. *Rapport sur le mode d’assainissement des villes en Angleterre et en Écosse, présenté à M. Le Préfet de la Seine*, Vinchon, Paris.
- 1862, *Rapport à M. le Préfet de la Seine sur les irrigations et les prairies à marcites du Milanais*, Typ. Ch. De Morgues frères, Paris.
- 1867a, “Emploi agricole des eaux d’égout”, in Ministère de l’Agriculture et du Commerce, *Exposition Universelle de 1867 à Paris, Rapport du Jury international sous la direction de M. Chevalier, Alimentation en eau et assainissement des villes*, Imprimerie Paul Dupont, Paris: 2-11.
- 1867b. “Sur le drainage de Londres et l’utilisation des eaux d’égout en Angleterre”, *Annales des Ponts et Chaussées*, 4^e s., 14, II^e sem.: 198-226.
- 1877. “Les travaux exécutés par ordre de la Ville de Paris pour l’assainissement de la Seine et l’utilisation des eaux d’égouts”, in *Congrès international d’hygiène, de sauvetage et d’économie sociale, Bruxelles 1876*, cit.: 387-390.
- 1885. *Assainissement de villes par l’eau, les égouts, les irrigations*, Dunod, Paris.
- Durand-Claye, A. 1869. *Service des eaux d’égout. Compte rendu des essais d’utilisation et d’épuration*, Impr. De Regnier et Dourdet, Paris.
- Moll, L., 1864. *L’assainissement des villes par la fertilisation des campagnes*, Impr. de Bourdier, Paris.
- Moretti, G., 1836. *Des Prairies, appelées en Lombardie ‘marcite’*, trad. par Edmond Marc, s. l. n. ed., (trad. di “Delle marcite”, *Biblioteca agraria*, IV, 1827: 350-384).
- Pacchiotti, Giacinto, 1880. *Questioni di igiene pubblica in Torino*, Stamperia dell’Unione Tipografica, Torino.
- Parea, A., 1844. “Agricoltura”, in C. Cantù, *Milano e il suo territorio*, Pirola, Milano, vol. II: 123-182.
- Passy, L., 1894. “Mort de M. Mille”, *Bulletin des séances de la Société d’Agriculture de France*, 54: 61.
- Pavesi, A., Rotondi, E., 1876. *Studi chimico-idrologici sulle acque potabili della città di Milano*, Hoepli, Milano.
- Poggi, F., 1911. *Le Fognature di Milano*, A. Vallardi, Milano.
- Préfecture de la Seine, 1878. *Assainissement de la Seine. Épuration et utilisation des eaux d’égout. Commission d’études. Rapport de la troisième sous-commission chargée d’étudier l’influence exercée dans la presqu’île de Gennevilliers par l’irrigation en eau d’égout sur la valeur vénale et locataire des terres de culture*, Gauthier-Villars, Paris.
- Reid, D., 1991. *Paris Sewers and Sewermen. Realities and representations*, Harvard University Press, Cambridge, Mass.

- Robson, W. A., 2007. *The Government and Misgovernment of London*, Routledge, London & New York.
- Ronna, A., 1872-1873. "Assainissement des villes et des cours d'eaux. Égouts et irrigations", *Mémoires et compte rendu des travaux de la Société des ingénieurs civils*, vol. 17-20: 515-600; 683-759; vol. 21: 452-591.
- Rouchy, Ch., 1907. *Les eaux d'égout de Paris*, J. Rousseau, Paris.
- Schloesing, J. J. Th., 1876. *Rapport de la Commission d'enquête de la Seine sur l'avant-projet d'un canal d'irrigation de Clichy à la forêt de Saint-Germain*, Gauthiers-Villars, Paris (ripubbl. in *Annales d'hygiène publique et de médecine légale*, 2^e s., 97: 193-273).
- , Müntz, A., 1877. "Sur la nitrification par les ferments organisés", *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, vol. 84: 301-303; vol. 85: 1018-1020; 1878, vol. 86: 892-895.
- Spataro, D., 1909. *Ingegneria sanitaria. Provvista dell'acqua e risanamento dell'abitato*, F. Vallardi, Milano.
- Strohmeier, K., 2000. *James Hobrecht (1825-1902) und die Modernisierung der Stadt*, Verlag für Berlin-Brandenburg, Potsdam.
- Thompson, H. S., 1850. "On the absorbent power of soils", *Journal of the Royal Agricultural Society of England*, 11: 68-74.
- Vilmorin, H., 1878. *Rapport de la première sous-commission chargée d'étudier les procédés de culture horticole à l'aide des eaux d'égouts*, in *Préfecture de la Seine, Épuration et utilisation des eaux d'égout*, Gauthiers-Villars, Paris.
- Wéry, P., 1898. *Assainissement des villes et égouts de Paris*, Dunod, Paris.
- Winogradsky, S., 1890. "Recherches sur les organismes de la nitrification", *Annales de l'Institut Pasteur*, 4: 215-231; 257-275; 760-811.
- 1890. "Sur les organismes de la nitrification", *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 60: 1013-1016.

IL SISTEMA DEPURATIVO DI MILANO TECNOLOGIE E PROCESSI PER IL RIUTILIZZO DELLE ACQUE DEPURATE

ANDREA ALISCIONI

Le acque reflue prodotte dalla città di Milano hanno da secoli rappresentato una importante materia prima per le attività agricole a sud della città. Già nel medioevo i monaci cistercensi e gli Umiliati attivi nelle grandi abbazie di Chiaravalle e Morimondo utilizzavano le acque in uscita dal primo sistema di drenaggio del libero Comune di Milano per alimentare i prati a marcita che, per l'epoca, rappresentavano una vera e propria innovazione tecnologica in grado di incrementare rispetto ai sistemi di coltivazione tradizionali la produzione di foraggio grazie al flusso continuo di un velo di acqua sul prato che evitava nel periodo invernale fenomeni di gelo e all'apporto degli elementi nutritivi (azoto e fosforo) presenti nelle acque residue di alimentazione.

All'epoca il sistema di drenaggio milanese era composto da diversi condotti estemporanei concepiti in funzione dell'esigenza delle singole strade. Un importante emissario finale viene identificato con la Roggia Vettabbia che lambiva le coltivazioni dell'abbazia di Chiaravalle.

Il moderno sistema fognario di Milano si è sviluppato a partire dal 1860 toccando l'apice nel 1911 con la redazione del Piano di Ampliamento e la costruzione dei grandi collettori di recapito. Esso è caratterizzato da una configurazione

a maglie chiuse intercomunicanti associate a bacini scolanti su quote diverse (sistema a terrazzi) che permette di ottenere un notevole effetto volano dei flussi idraulici indispensabile per la compatibilità idraulica dei modesti corpi idrici recettori finali.

Fino agli anni '60 del secolo scorso le acque reflue di Milano erano ancora considerate tal quali un bene prezioso per il territorio agricolo. Recita infatti una pubblicazione del Comune di Milano del 1960: "Le acque del canale Vettabbia, utilizzato sin dal XII secolo dai monaci di Chiaravalle per l'irrigazione dei terreni circostanti l'abbazia omonima, [...] all'uscita della città vengono disperse sul terreno e vanno ad irrigare le marcite che costituiscono per la città il maggiore e più efficace sistema di depurazione naturale".

L'attuale sistema di depurazione delle acque reflue di Milano

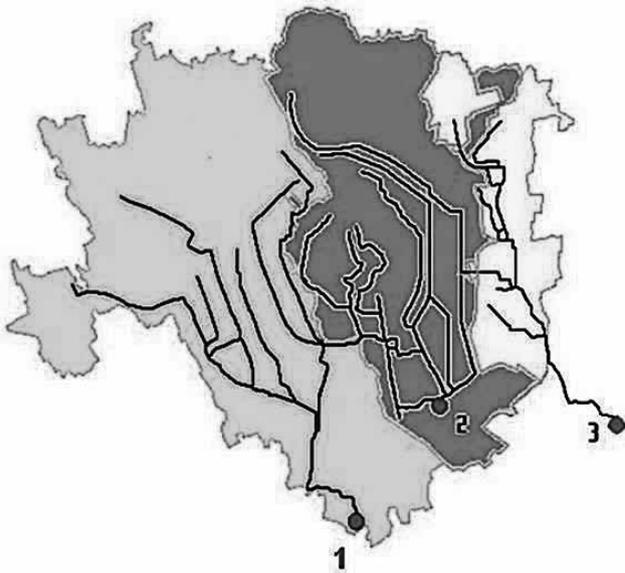
L'attuale sistema di depurazione è composto da due grandi impianti avviati nel 2004 in corrispondenza dei compluvi naturali delle due reti ovest e centro-est. Gli impianti, dalla potenzialità totale di 2.550.000 abitanti equivalenti, sono stati concepiti e realizzati per permettere ancora oggi di mantenere attivo il cordone ombelicale tra le acque reflue prodotte dal nucleo urbano ed il loro riutilizzo nel mondo agricolo circostante.

Il parametro abitante equivalente è stato introdotto dalla normativa per misurare l'inquinamento presente in un reflu associandolo a quello di una abitante medio. Convenzionalmente ad 1 abitante equivalente corrisponde l'inquinamento di una quantità di materiale organico presente in un litro di acque reflue che degradandosi consuma 60 milligrammi di ossigeno (BOD5 = 60 mg/l).

La seguente tabella riassume le principali caratteristiche dei tre poli di depurazione di Milano:

Impianto	Peschiera B.	Nosedo	San Rocco
Bacino	Orientale	Centro-orientale	Occidentale
Superficie [km ²]	22,3	69,0	101,3
Abitanti equivalenti	250.000	1.250.000	1.050.000
Portata tempo asciutto [m ³ /s]	1,10	5,00	4,00
Portata massima [m ³ /s]	3,30	15,00	12,00

Mentre la seguente planimetria (fig. 1) ne mostra la disposizione rispetto i grandi collettori di raccolta fognaria e le relative aree di drenaggio:



1. Disposizione dei depuratori di Milano rispetto ai collettori della rete fognaria. Elaborazione MM Spa.

I grandi depuratori di Milano, San Rocco e Nosedo, sono caratterizzati da tecnologie tali da permetterne il completo riutilizzo nel rispetto della più stringente normativa mondiale in tema di riutilizzo delle acque depurate: il D.M. 185/2003.

Il depuratore di Milano San Rocco

Entriamo nel dettaglio del depuratore a servizio del bacino occidentale di Milano, il depuratore di Milano San Rocco gestito, come la fognatura di Milano, da MM S.p.A. (fig. 2).

Il depuratore di "San Rocco" rappresenta innanzitutto dal punto di vista architettonico un esempio virtuoso di inserimento nel contesto rurale circostante a basso impatto ambientale. Le strutture sono infatti allineate con la perimetrazione originaria dei campi ed i manufatti di altezza modesta sono circondati e protetti dall'esterno da barriere di terra e vegetazione. Anche lo studio dei colori e dei materiali utilizzati evocano le funzioni naturali di depurazione svolte nel sito, la parete nord ad esempio è caratterizzata da una decorazione continua in toni degradanti dal blu scuro al celeste chiaro rappresentando l'affinamento depurativo delle acque dall'ingresso all'uscita.

Il processo di depurazione delle acque, oltre alla degradazione della componente biologica associata ai reflui urbani, coniuga le due esigenze di abbattimento spinto dei nutrienti (il bacino del Po è infatti considerato "area sensibile" e pertanto la normativa vigente prevede trattamenti specifici per l'abbattimento di azoto e fosforo) e ottenimento dei parametri qualitativi necessari al riutilizzo delle acque scaricate in agricoltura (vedi schema in fig. 3).

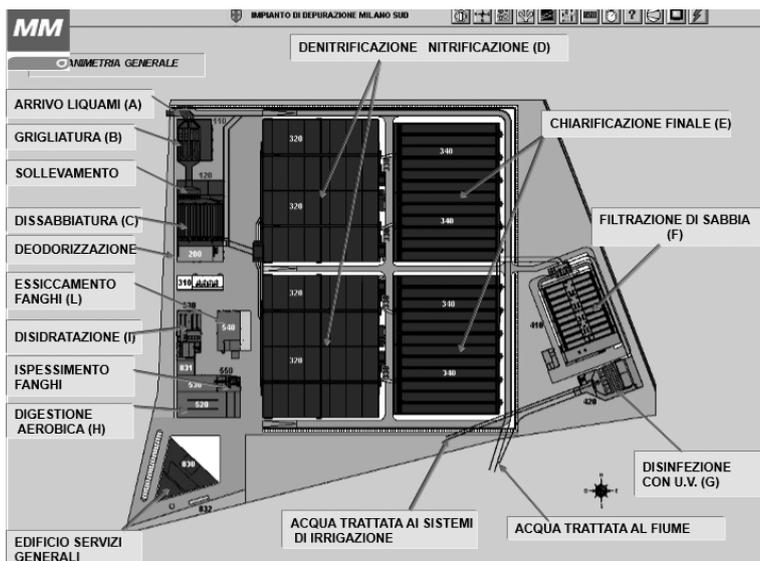
Per ottenere tali risultati il liquame in ingresso (A) subisce innanzitutto un primo trattamento fisico di grigliatura meccanica automatica (B) in grado di separare dalle acque tutte le componenti solide superiori a tre millimetri. Separata la componente solida il liquame viene inviato tramite pompaggio ai bacini di



2. Vista aerea dell'impianto di depurazione. Foto Polifemo. Cortesia MM Spa.

trattamento fisico di dissabbiatura e disoleatura (C) nei quali le sabbie e gli olii e grassi presenti nel liquame vengono separati utilizzando l'elevato peso specifico della sabbia che si deposita sul fondo e la propensione al galleggiamento degli olii e grassi i quali, insufflando aria compressa, "flottano" sulla superficie dei bacini per poi essere raccolti con sistemi automatici di raschiamento superficiale e compattamento.

Completato il primo ciclo di trattamenti fisici i liquami vengono avviati ai grandi bacini di trattamento biologico (D). Tali reattori rappresentano il cuore di un impianto di depurazione delle acque reflue urbane, in essi l'attività metabolica della biomassa presente sotto forma di colonie di microorganismi in fiocchi (fango attivo) permette, fornendo ossigeno, di degradare completamente la materia organica (biodegradazione). Tale reazione, che esiste naturalmente in natura, se non avvenisse in modo controllato negli impianti di depurazione con aria fornita da compressori dedicati avverrebbe nei corpi idrici di recapito



3. Sinottico planimetrico e sezioni di trattamento. Dal sistema di controllo dell'impianto di Milano San Rocco, MM Spa.

finale consumando l'ossigeno ivi presente e creando un ambiente anossico con conseguente creazione di veleni e morte degli organismi presenti (es. moria di pesci).

Gli stessi reattori permettono inoltre, grazie alla presenza di biomassa nitrificante e denitrificante in diverse sezioni degli stessi, l'abbattimento dei composti azotati (si pensi all'urea presente nelle urine) responsabili assieme ai composti del fosforo dei fenomeni di eutrofizzazione a cui le aree sensibili come il bacino del Po e il recapito finale mare Adriatico sono particolarmente vulnerabili.

Nel corso degli ultimi anni il depuratore di Milano San Rocco ha maggiormente incrementato le performance di abbattimento



4. Particolare dell'impianto di deodorizzazione. Foto Polifemo. Cortesia MM Spa. I processi che possono provocare esalazioni maleodoranti si svolgono in ambienti chiusi da cui l'aria viene aspirata e deodorizzata in un impianto centralizzato.

delle forme azotate grazie ad un adeguamento tecnologico che ha introdotto ulteriore biomassa nitrificante adesa a supporti di plastica mobili all'interno di specifiche sezioni dei bacini (tecnologia MBBR).

Completata la fase di ossidazione biologica le acque ormai depurate dagli inquinanti solidi, dalle sabbie, dai grassi, dai composti organici e dalle forme azotate devono essere separate dal "fango attivo" che le ha depurate. Tale separazione avviene attraverso un processo fisico di sedimentazione nei sedimentatori finali (E) dai quali si ottiene acqua chiarificata che dovrà subire un ulteriore trattamento chimico (F) per la rimozione del fosforo attraverso il dosaggio di cloruro ferrico che reagendo con il fo-

sforo presente nelle acque crea nuovi composti facilmente filtrabili dall'ultima sezione di trattamento fisico di filtrazione finale su letti di sabbia.

Prima dello scarico finale è necessario ancora abbattere un ultimo importante inquinante: gli organismi patogeni, virus e batteri. Tali organismi vengono abbattuti nella sezione di disinfezione (G) attraverso l'utilizzo di lampade ad irraggiamento ultravioletto che offrono il vantaggio, rispetto ad altri sistemi di disinfezione, di non lasciare nell'ambiente residui di sostanze potenzialmente dannose (si pensi ad esempio ai composti del cloro). Quest'ultima sezione è particolarmente importante per il riutilizzo a fini irrigui delle acque depurate e la legge italiana impone attualmente i limiti più severi a livello mondiale. Le acque così trattate vengono infine scaricate nel Lambro meridionale e alle rogge irrigue Carlesca e Pizzabrasa alimentando con le acque recuperate di Milano una vasta area agricola di circa 8000 ettari a sud di Milano.

Il processo di trattamento descritto ha seguito le acque fognarie in ingresso all'impianto di San Rocco fino allo scarico finale nelle rogge irrigue. Tale filiera è denominata "linea acque". Parallelamente al trattamento delle acque di scarico nella linea acque esiste un'altra importante filiera di trattamento dedicata ai fanghi attivi in eccesso (sono infatti composti da colonie vive di microrganismi che crescono e si moltiplicano) che vanno stabilizzati per ridurre la putrescibilità (H) in un reattore biologico simile a quello utilizzato in linea acqua ma che in assenza di nutrimento (rappresentato dalle acque fognarie) si degradano consumando materia organica putrescibile. Completata la stabilizzazione i fanghi devono essere disidratati meccanicamente tramite presse automatiche (I) raggiungendo un tenore di sostanza secca pari al 25% sul totale. Il fango stabilizzato e disidratato viene recuperato in agricoltura previo conferimento ad impianti di pretrattamento

per l'igienizzazione o il compostaggio. I fanghi di Milano possono essere, conformemente alla normativa nazionale e regionale, agevolmente recuperati in agricoltura grazie all'assenza di sostanze tossiche (es. metalli pesanti) dovuta all'attuale tessuto produttivo della città di Milano, sostanzialmente ormai privo di industrie (es. siderurgia o trattamento di metalli) e orientato al settore terziario della finanza, della moda e del design.

La linea fanghi del depuratore di San Rocco permette un ulteriore trattamento di essiccamento termico dei fanghi disidratati (L) incrementando il tenore di secco dal 25% al 90% (polvere) e di conseguenza incrementandone il potere calorifico in modo compatibile al riutilizzo come combustibili negli altiforni dell'industria cementiera.

I moderni impianti di depurazione a servizio della rete fognaria di Milano continuano dunque anche oggi nel solco della tradizione a valorizzare le acque reflue dell'agglomerato urbano a favore del tessuto rurale dell'attuale Parco Agricolo di Milano Sud fornendo acqua sicura per l'irrigazione e fanghi biologici privi di sostanze tossiche e ricchi di sostanze nutrienti. Essi rappresentano, in termini di volumi, il principale esempio europeo di riutilizzo a fini irrigui delle acque depurate¹.

¹ È possibile visionare il video divulgativo dell'impianto di depurazione in www.milanoblu.com/milanoblu-edu/come-viene-depurata-lacqua/

IL DEPURATORE DI NOSEDO E LA RINASCITA DELLA VETTABBIA

FRANCESCA PIZZA

L'acqua è un bene prezioso, una risorsa limitata e non accessibile all'intera popolazione mondiale che va gestita con criterio e razionalità, è un elemento essenziale per tutte le nostre attività quotidiane, sia quelle di tipo domestico sia quelle legate ai diversi servizi di cui usufruiamo abitualmente come, ad esempio, i servizi di ristorazione, le mense, i bar, gli impianti sportivi, il lavaggio stradale e molti altri.

Secondo gli ultimi dati ISTAT riferiti al 2011¹, in Italia è stato fatturato un consumo medio pro capite di acqua per uso domestico pari a circa 175 litri al giorno; per la città di Milano, in particolare, è stato calcolato un consumo pro capite che si aggira intorno ai 230 litri/giorno, il che significa che statisticamente ognuno di noi impiega quotidianamente questo notevole quantitativo di acqua potabile che una volta "usata" e contaminata da detergenti, sporco, residui alimentari e altre sostanze organiche, va a confluire in fognatura e deve necessariamente essere sottoposta ad adeguati trattamenti di depurazione, prima di poter ritornare all'ambiente naturale attraverso i corsi d'acqua superficiali.

L'impianto di depurazione delle acque reflue di Milano Nose do (fig. 1) è stato il primo dei tre depuratori al servizio della città

¹ <http://dati.istat.it>



1. L'impianto di depurazione di Nosedo e, sullo sfondo, la città di Milano, foto MilanoDepur S.p.a.

di Milano a essere avviato nel 2003, esso si colloca nella zona di Nosedo-Chiaravalle, nell'area sud di Milano, e tratta il 50% del totale degli scarichi urbani, in particolare quelli provenienti dai quartieri centro-orientali della città. La capacità di trattamento del depuratore di Nosedo è pari a 1.250.000 abitanti equivalenti e i volumi di acque depurate ogni anno presso questo impianto corrispondono a circa 150.000.000 di m³ di acque reflue². Tali acque, purificate con sistemi di tipo meccanico e chimico-biologico, sono restituite all'ambiente a un livello qualitativo che ne consente il riutilizzo in agricoltura, in accordo con quanto disposto dalle vigenti norme in materia di riuso delle acque depurate (D.M. 185/2003).

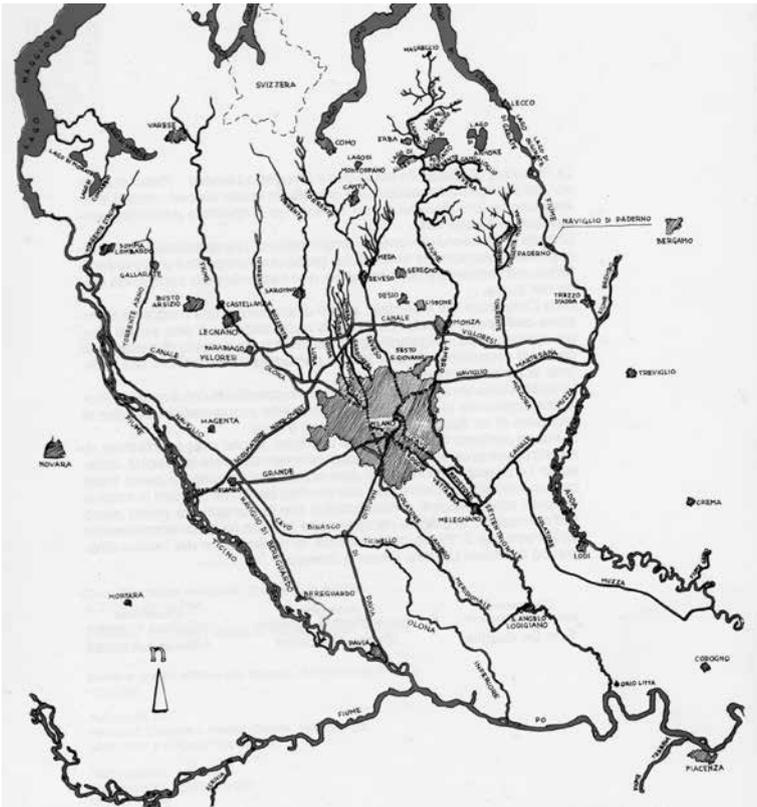
² <http://www.depuratorenosedo.eu>

Tutto ciò premesso, in che modo l'attività di un impianto di depurazione degli scarichi urbani può legarsi, in maniera anche piuttosto significativa, agli aspetti storici, culturali ed economici di un territorio?

Per dare risposta a questa domanda, basti pensare alla posizione geografica di Milano: la città sorge in un luogo, quello dell'area valliva padana, noto sin dall'antichità per la fertilità dei suoi terreni e per la sua ricchezza idrica e l'intera area urbana si è andata sviluppando intorno ad una fitta rete di corsi d'acqua, rogge, canali e fiumi. Milano si colloca, inoltre, in una posizione assai privilegiata essendo equidistante da due importanti fiumi del Nord Italia, l'Adda e il Ticino, trovandosi a breve distanza dal più grande fiume italiano, il Po, e dai grandi laghi subalpini (fig. 2). Questa favorevole condizione ne ha permesso un forte sviluppo economico e sociale nel corso dei secoli, la ricchezza di risorse idriche consentiva di sostenere le principali attività economiche: l'acqua era abbondante per l'agricoltura, la presenza di canali e corsi d'acqua variamente distribuiti favoriva il trasporto di merci e la navigazione, con la stessa acqua derivata dai numerosi canali era possibile far funzionare mulini e fucine, nonché sfruttarla per le quotidiane necessità domestiche.

Milano può quindi considerarsi a tutti gli effetti una "città d'acqua", la cui storia ha da sempre intrecciato un legame profondo e innegabile con questa risorsa e con la capacità che i milanesi hanno avuto nel tempo di sfruttare, incanalare, convogliare nella giusta maniera questa notevole ricchezza, favorendo in particolare l'evolversi di un'agricoltura estesa e tecnologicamente avanzata.

La forte vocazione agricola di tutta l'area milanese è una realtà non solo storica ma ancora oggi estremamente viva, grazie anche alla rivalutazione delle pratiche agricole periurbane (le cosiddette produzioni a "km zero") e alle costanti attività di sal-



2. Carta idrografica della zona compresa tra i fiumi Adda-Ticino-Po. Al centro l'area urbana di Milano. Da Provincia di Milano, *Progetto Lambro. Piano di bacino*, Stab. grafico Scotti, Milano 1989.



3. Abbazia e borgo di Chiaravalle Milanese come si presentano oggi, foto MilanoDepur S.p.a.

vanguardia e tutela del territorio messe in atto in seguito all'istituzione del Parco Agricolo Sud Milano³, parco regionale agricolo di cintura metropolitana, istituito con legge regionale n. 24 del 1990.

In particolare, lo sviluppo dell'area di Chiaravalle, piccolo borgo che ancora oggi vive all'ombra della sua imponente abbazia a pochi chilometri dal centro di Milano (fig. 3), è stato uno dei più importanti esempi di come l'operosità e l'ingegno umano abbiano portato, già in epoca medioevale, allo sviluppo di tecnologie molto evolute di bonifica, d'irrigazione e di gestione delle acque che possono essere definite la vera origine della moderna ingegneria idraulica, sanitaria e ambientale⁴.

³ <http://parcosud.cittametropolitana.mi.it>

⁴ De Fraja Frangipane, 2011 e 2012.

Questo territorio è ancora oggi attraversato dalla roggia Vettabbia, antico canale creato in epoca romana con funzioni di scarico di parte delle acque del fiume Seveso e di altri corsi d'acqua minori, che fungeva anche da ricettore di gran parte delle fognature di Milano e veniva sfruttato per alimentare le *marcite*.

In una sorta di continuità contemporanea con quanto messo in atto nei secoli passati dagli operosi monaci cistercensi dell'abbazia di Chiaravalle e con la forte identità rurale delle zone situate a sud della città di Milano, il depuratore di Nosedo s'inserisce in un contesto già dotato di un proprio articolato sistema irriguo che viene gestito, sin dall'inizio del '900, dal Consorzio Utenti di Roggia Vettabbia. Tale Consorzio, al quale appartengono oggi circa 90 imprese agricole per un'area totale coltivata di quasi 4000 ettari, veniva autorizzato dal Comune di Milano a prelevare le "acque luride" che confluivano dal sistema fognario cittadino in roggia Vettabbia (per essere quindi allontanate dal centro città) e attraverso la propria rete irrigua le distribuiva ai diversi utenti. In questo modo si ottenevano vantaggi sia per la municipalità, che poteva così smaltire le proprie acque reflue, sia per gli agricoltori che traevano beneficio dall'impiego di queste acque e dalle loro proprietà fertilizzanti, dovute alla presenza di sostanza organica e in particolare di fosforo e azoto⁵.

Con lo sviluppo industriale e il boom economico del secondo dopoguerra questa pratica antica di riutilizzo dei reflui fognari ha cominciato a non essere più sostenibile sotto il profilo ambientale, a causa del crescente grado di contaminazione delle acque e dei suoli determinato dal forte inquinamento chimico, ma anche per i rischi di natura sanitaria (possibilità di essere esposti ad agenti biologici patogeni) non più accettabili in epoca moderna

⁵ Laccetti, 1915.

e in una situazione di così forte sviluppo sociale ed economico, come avveniva a Milano.

Oggi le acque destinate all'agricoltura non sono più conferite in roggia direttamente dalla fognatura, ma vengono adeguatamente depurate e disinfettate sino a raggiungere un livello qualitativo tale da rispettare i severi limiti imposti dal D.M. 185/2003, che regola le caratteristiche chimico-fisiche e microbiologiche delle acque reflue destinate al riuso. Tale decreto prevede, tra le altre cose, che il grado di purezza batteriologica delle acque (espresso in termini di unità di *Escherichia coli*, batterio indicatore di contaminazione fecale) debba essere notevolmente migliore – anche di 50 volte! – rispetto a quanto richiesto, ad esempio, dalla normativa per le acque di balneazione. Ciò vuol dire che, sin dal suo primo avviamento nel 2003, l'impianto di depurazione di Milano Nosedo ha contribuito a un netto miglioramento della qualità ambientale dei corsi d'acqua presenti sul territorio a sud di Milano, non soltanto da un punto di vista dell'inquinamento di tipo chimico ma anche batteriologico, garantendo quindi un'ulteriore tutela per gli operatori agricoli che quotidianamente impiegano l'acqua della roggia Vettabbia per l'irrigazione dei campi. Naturalmente, i benefici ambientali legati ad un avanzato livello di depurazione degli scarichi non si riflettono solo sulle aree agricole situate in prossimità di Milano ma, attraverso la confluenza di queste acque nel fiume Po, vanno indirettamente a interessare tutta la Pianura Padana, che è luogo d'origine di prodotti alimentari di alta qualità ed esportati in tutto il mondo, tra cui il Grana Padano, il Parmigiano Reggiano e il Prosciutto di Parma (solo per citare i più noti).

Le caratteristiche delle acque depurate presso l'impianto di Nosedo sono oggetto di controlli giornalieri che vengono svolti presso il laboratorio interno, oltre ad essere soggette a verifiche effettuate anche dalle autorità preposte al controllo; l'ARPA

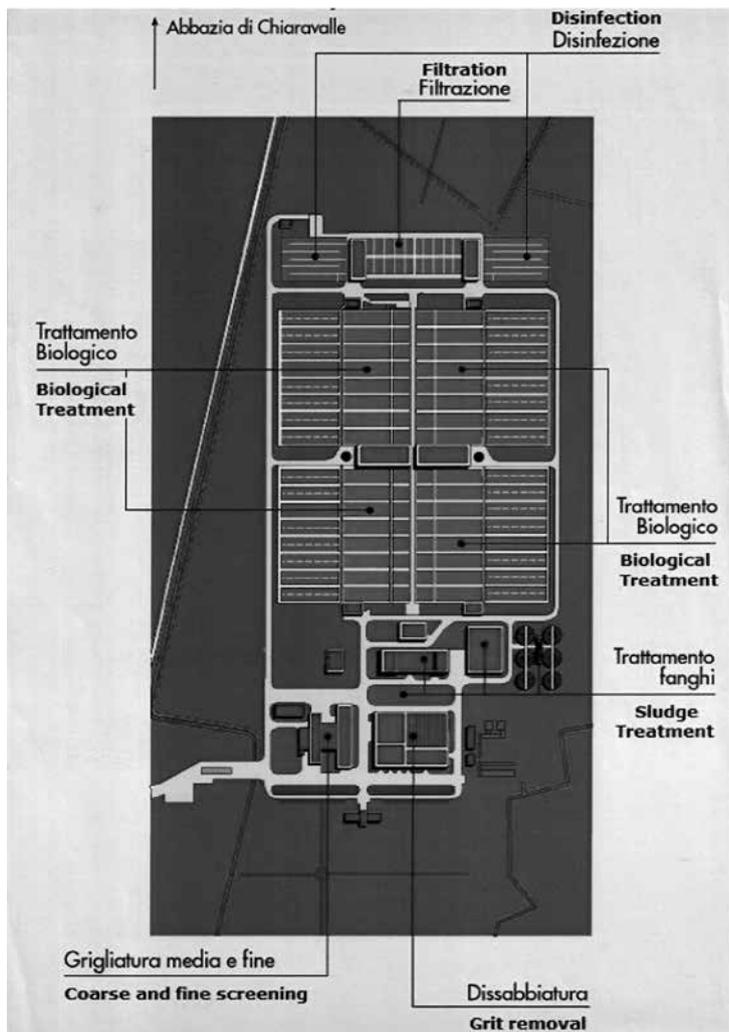
Lombardia, ad esempio, esegue controlli periodici per assicurare che il depuratore operi rispettando i limiti imposti, svolgendo anche test detti di *ecotossicità*⁶ riconosciuti e standardizzati a livello internazionale, il cui scopo è verificare che i reflui trattati e reimmessi nell'ambiente naturale non presentino tossicità per l'ecosistema e gli organismi acquatici. Gli esiti di questi test hanno sempre confermato l'assenza di effetti tossici nelle acque a fine trattamento.

Ma quali sono i processi tecnologici alla base del sistema di depurazione che avviene a Nosedo?

Le tecnologie applicate presso il depuratore di Nosedo derivano da criteri di progettazione moderni e volti a ottenere risultati depurativi stabili e ottimali, garantiti anche da un alto grado di automazione e di telecontrollo dell'intero impianto, nonché dalla presenza costante di personale che sorveglia il buon funzionamento di tutti i sistemi e assicura il continuo monitoraggio delle prestazioni energetiche e operative dei macchinari e dei dispositivi installati.

Le fasi della depurazione possono dividersi in tre tipologie di trattamento: trattamenti primari, trattamento biologico o secondario, fasi terziarie (fig. 4). I trattamenti primari sono finalizzati alla rimozione dei materiali di rifiuto generalmente presenti negli scarichi civili (carta, stracci, fogliame, residui di cibo e altri rifiuti di origine domestica), all'asportazione di sostanze grasse (oli e grassi di origine alimentare, materiali galleggianti) e sabbiose (pietrisco, sabbia e terriccio derivanti per lo più dal dilavamento stradale). La rimozione dei primi rifiuti si ottiene mediante il passaggio dei reflui attraverso grandi griglie automatizzate, le quali consentono di bloccare e recuperare i rifiuti solidi di dimensioni superiori ai 30 mm e ai 3 mm in due passag-

⁶ Apat e Irsa-Cnr, 2003.



4. Schema dell'impianto di depurazione di Nosedo. Nell'immagine sono identificate le principali aree dove avvengono le diverse fasi del trattamento acque e fanghi. Elaborazione MilanoDepur S.p.a.

gi successivi chiamati di *grigliatura grossolana* e *grigliatura fine*. Gli oli (sostanze galleggianti) e le sabbie sono rimossi con il trattamento di *dissabbiatura* e *disoleatura* che viene realizzato facendo scorrere le acque all'interno di particolari vasche, progettate con specifici criteri idraulici e idrodinamici. In queste vasche si ottiene la precipitazione delle sabbie che, essendo più pesanti dell'acqua, tendono a depositarsi sul fondo dei bacini, e la contemporanea asportazione degli oli che hanno invece la tendenza a flottare in superficie. Le sabbie sono aspirate dal fondo con specifiche pompe dette *air-lift*, mentre gli oli possono essere rimossi con un meccanismo di "scrematura" meccanica.

A valle di questi pretrattamenti, si rende poi necessario eliminare le sostanze inquinanti disciolte nell'acqua per le quali i processi di tipo fisico-meccanico non sono sufficienti; si realizza quindi la parte più complessa e importante dell'intero sistema depurativo: il trattamento biologico.

All'interno delle vasche di trattamento biologico dei depuratori, più comunemente dette *vasche a fanghi attivi* (fig. 5), si sviluppano miliardi di cellule di microrganismi capaci di biodegradare la sostanza organica inquinante disciolta nei reflui. Tali microrganismi, derivanti in parte dalla flora microbica di origine fecale già presente negli scarichi civili, giungono al depuratore con il flusso stesso di acque reflue e qui vengono mantenuti in condizioni che ne favoriscono lo sviluppo e l'attività biologica. L'intervento tecnologico dell'uomo, che ha imparato a sfruttare questa naturale proprietà dei microrganismi di decomporre molte sostanze organiche, fa sì che nei bacini di trattamento biologico dei depuratori s'instauri un vero e proprio microscopico ecosistema, fatto di numerose specie microbiche in equilibrio tra loro, capaci di rimuovere oltre il 90% dei composti inquinanti presenti nelle acque reflue.

L'insieme dei microrganismi "spazzini" sviluppati nei depu-

ratori è detto in gergo tecnico *fango attivo* poiché si presenta come una biomassa simile a una fanghiglia marrone e poco gradevole alla vista, ricca però di minuscoli organismi attivi che degradano gli inquinanti. Per assicurarne la vitalità e garantire la naturale attività biodegradativa, le vasche a fanghi attivi vengono aerate con un sistema a microbolle che favorisce l'ossigenazione dei reflui supportando il metabolismo dei microrganismi. Al fine di assicurare la fornitura della corretta quantità di aria utile al processo, in ogni vasca biologica è immerso un sensore di misura dell'ossigeno disciolto che permette di monitorare e modulare l'erogazione dell'aria. L'energia consumata complessivamente dalla sezione di trattamento biologico (pompaggio aria e funzionamento di altre macchine dedicate) ammonta a circa il 50% dei consumi elettrici totali dell'intero depuratore, questo a dimostrare quanto sia fondamentale e complessa la fase a fanghi attivi.

Al termine di questa fase le acque sono convogliate in grandi vasche, dette *sedimentatori* o anche *chiarificatori* (fig. 5), nelle quali viene favorita la sedimentazione dei fanghi e quindi la loro separazione fisica dall'acqua che è ormai quasi completamente depurata. Quest'ultima viene pompata ai trattamenti finali che costituiscono le *fasi terziarie*.

I trattamenti terziari (fig. 6) non sono presenti in tutti gli impianti di depurazione, poiché caratteristici di depuratori di una certa taglia e/o di sistemi progettati per ottenere una qualità finale delle acque particolarmente elevata. Nel caso dell'impianto di Nosedo, tali passaggi consistono in una *filtrazione* su letti di sabbia, che permette una rimozione molto spinta anche dei più piccoli residui di particelle solide eventualmente ancora presenti dopo la sedimentazione, e una *disinfezione* finale con acido peracetico. Il disinfettante impiegato, a differenza dei più noti disinfettanti a base di cloro come l'ipoclorito di sodio, è un prodotto di recente diffusione



5. Depuratore di Milano Nosedo, dettaglio della zona di trattamento biologico. Nella parte centrale dell'immagine sono visibili le vasche a fanghi attivi e, sui lati esterni di ciascuna linea, le vasche di sedimentazione, foto MilanoDepur S.p.a.

nell'ambito del trattamento acque, ma viene utilizzato già da tempo in altri settori industriali come, ad esempio, nell'industria agroalimentare. L'acido peracetico è dotato di proprietà disinfettanti simili a quelle dell'acqua ossigenata, esso rilascia ossigeno attivo che va a danneggiare le cellule batteriche provocandone la morte. Al tempo stesso, essendo dosato in piccole quantità (a Nosedo si utilizzano circa 2 mg di acido peracetico per ogni litro di acqua trattata, cioè due parti per milione), il peracetico è molto compatibile con l'ambiente e va a degradarsi piuttosto rapidamente senza determinare effetti di tossicità, come dimostrato anche dai già citati test *ecotossicologici* condotti da ARPA. L'impianto di depurazione di Nosedo è, in questo senso, uno dei più grandi casi d'impiego di acido



6. Depuratore di Milano Nosedo, dettaglio delle fasi finali di filtrazione e disinfezione acque. Sono riconoscibili le tipiche vasche a *chicane*, che garantiscono il corretto tempo di contatto tra acqua depurata e prodotto disinfettante prima della reimmissione in ambiente esterno, foto MilanoDepur S.p.a.

peracetico per la disinfezione di acque reflue depurate e destinate al riuso irriguo⁷.

Oltre alle fasi della depurazione sin qui descritte, meritano un breve discorso a sé gli aspetti connessi al recupero di nutrienti dai fanghi. I fanghi attivi, che come già detto rappresentano il “cuore” dell’intero sistema depurativo, aumentano ogni giorno in conseguenza del continuo apporto di nuovi reflui e di sostanza organica, pertanto si rende necessario rimuoverne una certa quantità per evitare che il delicato equilibrio biologico si alteri a causa di una sovrabbondanza di fanghi nelle vasche. Parte dei fanghi raccolti con la sedimentazione viene quotidianamente ri-

⁷ Lazarova *et al.*, 2013: 201.

mossa dal sistema e inviata a una serie di apparecchiature che ne riducono il contenuto d'acqua in passaggi successivi (ispessimento, disidratazione ed essicamento) sino a rendere questi fanghi di consistenza "palabile", ossia simili a un terriccio, oppure "polverulenta", quasi come polvere di caffè.

Questo residuo biologico del processo depurativo è in gran parte destinato a finalità legate all'agricoltura: i fanghi del depuratore di Nosedo sono conferiti a centri specializzati dove vengono sottoposti a procedimenti di igienizzazione e stabilizzazione (riduzione della carica batterica patogena e della putrescibilità) per essere infine impiegati come prodotto fertilizzante e ammendante. L'elevato contenuto di sostanze fitonutrienti, quali azoto e fosforo, l'ottimo grado di umificazione e le concentrazioni esigue o addirittura nulle di composti tossici (ad esempio metalli pesanti, solventi, idrocarburi aromatici, diossine e furani, ecc.), rendono questi fanghi ottimi materiali dall'elevato potere fertilizzante, il cui reimpiego in agricoltura rappresenta un ulteriore aspetto chiave della potenziale sinergia tra il settore della depurazione civile e il mondo agricolo.

Le caratteristiche chimiche dei fanghi in uscita dal depuratore di Nosedo rispettano non solo i valori limite imposti dalla legislazione nazionale (D. Lgs. 99/92) ma anche i limiti più restrittivi della recente normativa regionale (D.g.r. Lombardia X/2031).

Si può quindi affermare, a valle di un'esperienza milanese ormai più che decennale di depurazione e riutilizzo delle acque e dei bionutrienti in agricoltura, che una corretta gestione della risorsa idrica, garantita dall'implementazione di tecnologie moderne ed efficienti e da costanti controlli di qualità, può generare un ciclo virtuoso e sostenibile di recupero di risorse, determinando benefici sotto il profilo sia ambientale sia economico e sociale⁸.

⁸ *Ibidem*.

In aggiunta a quanto sin qui esposto vi è, nell'impostazione del sistema depurativo di Nosedo, un ulteriore importante aspetto da tenere in considerazione: la costruzione del depuratore, pur essendo un'opera di natura primariamente tecnologica e legata all'esigenza imprescindibile di ripristino della qualità ecologica dei corpi idrici superficiali, è stata anche esempio di un'ammirevole sinergia tra ingegneri, architetti urbanisti, Comune di Milano e altri enti locali, che ha portato a una nuova concezione della progettazione di un impianto municipale di trattamento delle acque reflue.

A Nosedo si è realizzato un vero e proprio piano di ripristino urbanistico e ambientale, un'occasione per recuperare un'area di grande importanza oggi ribattezzata la "Valle dei Monaci"⁹, proprio a richiamare il profondo legame tra la tradizione rurale del territorio e il suo originario sviluppo favorito dalla presenza della comunità monastica cistercense.

In questo contesto, il depuratore è stato concepito come opera di compensazione non solo della carenza a Milano di strutture atte alla depurazione degli scarichi cittadini¹⁰, ma anche della mancata attenzione verso un'area cittadina così ricca sotto il profilo storico e artistico come Chiaravalle Milanese, trasformatasi nel corso degli ultimi decenni in sobborgo periferico poco valorizzato, oggetto di degrado e abusivismo.

La costruzione dell'impianto di depurazione ha permesso la bonifica dei terreni interessati dalla presenza di discariche abusive, riqualificando tutta l'area circostante e permettendo la creazione di spazi verdi fruibili dalla popolazione, e ha ridato

⁹ Canella, Puccinelli, 2012.

¹⁰ Milano, sino al 2003, non aveva impianti di depurazione, il che poneva la città in una posizione di completa inadempienza rispetto a quanto imposto dalle Direttive europee.



7. Eventi e manifestazioni organizzati presso l'impianto di Nosedo, foto MilanoDepur S.p.a.

nuovo stimolo ai residenti della zona che hanno visto in questo impianto e nel suo personale, sempre aperto e disponibile verso la cittadinanza, un punto di riferimento per la condivisione di iniziative culturali e sociali quali feste, manifestazioni, fiere, corse campestri e molto altro (fig. 7).

Presso il depuratore di Nosedo vengono organizzate molteplici iniziative: annualmente si ricevono numerose visite di scuole (dalle classi elementari sino alle università) e delegazioni straniere, basti pensare che dal 2002 a oggi si contano circa 260 visite scolastiche e oltre 80 delegazioni, provenienti da più parti del mondo (per citarne alcune: Svezia, Olanda, Danimarca, Francia, Spagna, Germania, Bulgaria, Romania, Polonia, Ucraina, Russia,

Tunisia, Marocco, Egitto, Camerun, Libano, Israele, Iraq, Arabia Saudita, Vietnam, Cina, Corea del Sud, Stati Uniti, Brasile).

Un'altra iniziativa degna di nota è l'esposizione agricola organizzata nel maggio 2013 all'interno del depuratore per sottolineare, anche in vista di Expo 2015, il legame tra la politica di rivalutazione dell'agricoltura periurbana perseguita negli ultimi anni dal Comune e dalla Provincia di Milano e la missione ambientale e di rigenerazione della risorsa idrica propria dell'impianto di Nosedo.

Accanto al fiorire di iniziative di stampo socio-culturale e ambientale, vi è poi l'avvio di un'opera di vera e propria "rinascita" dell'area di Chiaravalle, sempre a partire da ciò che è l'elemento di legame delle diverse realtà locali: l'acqua. Il Comune di Milano, infatti, nell'ottica di completare il proprio lavoro di riqualificazione e di valorizzazione della tradizione agricola del territorio, ha dato il via alla realizzazione di un vasto Parco pubblico denominato "Parco della Vettabbia". Il progetto del Parco della Vettabbia, concepito in origine per assolvere ai requisiti di mitigazione e compensazione ambientale del depuratore di Nosedo, definisce nel suo insieme la nuova struttura formale e funzionale del tratto della Valle della Vettabbia compreso tra l'antico nucleo di Nosedo e l'abbazia cistercense di Chiaravalle Milanese¹¹.

Gli interventi in fase di completamento definiscono un vasto ecosistema agroforestale, con la piantumazione di oltre 30.000 nuove piante, e la creazione di una sorta di parco tematico legato alla rigenerazione delle acque (fig. 8). Tale Parco comprenderà, in particolare: la creazione di un'area detta "bosco umido", che sarà alimentata con acque depurate e in cui verranno messe a dimora differenti specie vegetali acquatiche autoctone; il ripristino della marcita

¹¹ www.ordinearchitetti.mi.it/it/mappe/itinerari/edificio/597-parco-della-vettabbia/26-il-ciclo-dell-acqua-i-depuratori-di-milano



8. Rendering finale del Parco esteso della Vettabbia. A valle del depuratore l'area "bosco umido" e, a destra, la ricostruenda marcita. Elaborazione MilanoDepur S.p.a.

di fronte all'abbazia, che avrà scopo didattico e di divulgazione delle tecniche agricole legate a quest'antica pratica; la creazione di un frutteto con specie botaniche in via d'estinzione, che avrà anch'esso una connotazione didattica oltre che paesistica.

A tutto ciò si unisce, inoltre, una forte componente tecnologica e scientifica: sin dalla sua messa in esercizio, l'impianto di depurazione di Milano Nosedo ha rappresentato per la comunità scientifica e accademica milanese un sito di sperimentazione ideale per tutto quanto attiene gli studi sulla depurazione, sulle energie rinnovabili e sulla tematica dei microinquinanti emergenti. Presso il depuratore di Nosedo sono state studiate nuove tecnologie di rimozione avanzata dei microinquinanti (processi a membrane¹² e processi di biofiltrazione¹³), nuovi sistemi di recupero di energia dalle acque di

¹² Malpei *et al.*, 2012.

¹³ Binelli *et al.*, 2014.

scarico, tra cui sistemi a pompe di calore acqua-acqua¹⁴ e *celle a combustibile microbiche*¹⁵, nonché nuove metodiche analitiche mirate all'identificazione e alla quantificazione dei residui di sostanze medicinali e droghe nelle acque di scarico¹⁶.

In particolare, la tecnologia di climatizzazione degli edifici basata sul principio delle pompe di calore acqua-acqua¹⁷, che sfruttano il calore contenuto nelle acque di scarico in maniera simile a ciò che avviene con i moderni impianti geotermici, è stata implementata con successo presso il depuratore di Nosedo per riscaldare e raffrescare due palazzine (palazzina rappresentanza e palazzina servizi) del volume complessivo di circa 5.100 m³. Le pompe di calore acqua-acqua consentono di produrre acqua calda per il riscaldamento invernale ed eventualmente anche per gli usi sanitari, e acqua fredda per il raffrescamento estivo.

Un impianto di questo tipo è in grado di garantire il riscaldamento e il raffrescamento di un edificio senza l'ausilio di altri apparecchi e con ridotti consumi energetici. L'enorme vantaggio dello sfruttamento delle acque depurate, rispetto alla geotermia, è dato dal fatto che la sorgente di calore è disponibile a livello del suolo, non vi è quindi necessità di prelevare acque sotterranee né di re-iniettarle in falda con relativi costi di perforazione e pompaggio, poiché le acque possono essere prelevate e reimmesse direttamente all'interno del depuratore. Tutto ciò riduce ulteriormente i costi e i consumi energetici di questa tecnologia, rendendola ancor più attraente sotto il profilo dell'efficienza energetica e della sostenibilità, tanto da farla divenire parte integrante di moderni piani di riqualificazione di due storiche cascate site

¹⁴ Mazzini, Davoglio, 2012.

¹⁵ Cristiani, 2014.

¹⁶ Zuccato *et al.*, 2009.

¹⁷ Mazzini, Davoglio, 2012.

all'interno del Parco della Vettabbia, la Cascina San Bernardo e la Cascina Gerola. Quest'ultima, risalente addirittura al XVII secolo, è fulcro del progetto "Cohousing Chiaravalle", un importante intervento di edilizia sostenibile e partecipata che punta al recupero della Cascina Gerola per creare un contesto abitativo di tipo sociale, partecipativo ed ecosostenibile¹⁸.

In conclusione, possiamo dunque affermare che l'impianto di Milano Nosedo può essere visto non solo come sito realizzato per ottemperare alle necessità depurative della città di Milano, ma come un concreto centro di "sperimentazione urbana" in cui s'incontrano una molteplicità di elementi tutti interconnessi tra loro: benessere della cittadinanza, disponibilità di vaste aree verdi, educazione sociale e ambientale, sviluppo rurale e del territorio, energie rinnovabili, mondo dell'università e della ricerca.

¹⁸ <http://chiaravalle.cohousing.it/progetto/>

BIBLIOGRAFIA

- Apat e Irsa-Cnr, (a cura di), 2003. *Metodi analitici per le acque. Vol. 8 sez. 8000. Metodi ecotossicologici* Manuali e Linee Guida APAT 29/2003, Roma.
- Binelli, A. et al., 2014. "The biofiltration process by the bivalve *D. polymorpha* for the removal of some pharmaceuticals and drugs of abuse from civil wastewater", *Ecological Engineering*, 71: 710-721.
- De Fraja Frangipane, E., 2011. *Ingegneria sanitaria. Due secoli di storia, di cultura, di scienza*, CIPA, Milano.
- 2012. "I primi ingegneri sanitari: i monaci Cistercensi", *IA-Ingegneria Ambientale*, XLI, n. 1: 3-11.
- Canella, M., Puccinelli, E. (a cura di), 2012. *La Valle dei Monaci, Un territorio con origini antiche torna a vivere per Milano*, Nexo Milano.
- Cristiani, P., 2014. "Elettricità dai batteri", *Le Scienze*, n. 549: 55-59.
- Laccetti, F., 1915. *Fognatura biologica. Depurazione biologica delle acque luride*, Ulrico Hoepli, Milano.
- Lazarova, V. et al., 2013. *Milestones in water reuse. The best success stories*, IWA Publishing, London: 179-190.
- Malpei, F. et al., 2012. "Pharmaceutical active compounds fate and removal in Milan Nosedo WWTP: results of a 4 years research at full and pilot scale", *Atti del Simposio Internazionale SIDISA 2012, Sustainable technology for environmental protection*, Milano, 26-29 giugno 2012, Politecnico di Milano, Milano.
- Mazzini, R., Davoglio, G., 2012. "Sostenibilità ed efficienza energetica dalle acque di scarico depurate – case history di Milano Nosedo", *IA-Ingegneria Ambientale*, XLI n. 6: 435-440.
- Zuccato, E. et al., 2009. "L'inquinamento ambientale da farmaci e il depuratore di Nosedo", *IA-Ingegneria Ambientale*, XXXVIII, n. 7/8: 353-357.

RECUPERO DI ELEMENTI NUTRITIVI DAL CICLO DI CONSUMO DEGLI ALIMENTI PER UN'AGRICOLTURA PIÙ SOSTENIBILE

GILBERTO GARUTI

La nostra vita sulla terra è indissolubilmente legata alla sua capacità di fornirci nutrimento, ovvero alla fertilità. La fertilità consiste, in termini chimici, nella biodisponibilità di elementi nutritivi quali azoto, fosforo, potassio e micronutrienti, ma la sua vera chiave di volta è la sostanza organica, che può modificare profondamente, anche in piccole dosi, le caratteristiche fisiche (es.: struttura del suolo) e biologiche del sistema suolo, aumentandone la resistenza e la resilienza.

L'attività agricola da secoli mette a disposizione delle colture la massima quantità possibile di elementi nutritivi, riportando al campo quelli asportati dal raccolto, al fine di ripristinare e aumentare la fertilità del sistema suolo. La distribuzione nei campi di letame prodotto negli allevamenti ne è l'esempio più conosciuto, ma non è meno importante, in termini agricoli, il tradizionale utilizzo degli scarti delle città trasportati dalle fognature come liquami fertilizzanti nei terreni al limite delle aree urbane. Infatti, l'attività agricola dell'area a sud di Milano era famosa per la sua ricchezza dovuta all'utilizzo di marcite che raccoglievano e riciclavano i reflui urbani prodotti in città.

In Europa e nei paesi industrializzati l'avvento delle attività industriali ha portato come conseguenza oltre allo spopolamento delle campagne, al dislocamento delle attività

agro-industriali e degli allevamenti dalle cascine in contesti molto più grandi e svincolati dalle aziende agricole tradizionali, anche ad una rottura nel ciclo virtuoso di utilizzo dei nutrienti che aveva caratterizzato i sistemi agricoli fino a quel momento.

La scomparsa della circolarità nell'utilizzo degli elementi nutritivi ha reso sempre più necessaria la loro importazione da paesi in grado di produrli. Nelle regioni più sviluppate, in cui l'attività agricola convive con la realtà urbana e industriale, il problema si è via via acuito: una quantità sempre minore di elementi nutritivi provenienti dalle città vengono riciclati determinando un sovraccarico di elementi nutritivi nei corsi d'acqua e nei mari.

Attualmente una quantità rilevante di elementi nutritivi viene importata per rimpiazzare la crescente quantità dispersa nell'ambiente. Di conseguenza i paesi sono obbligati ad acquistare una massa sempre maggiore, venendosi così a trovare in una situazione di insicurezza alimentare. Si assiste quindi sempre più all'abbandono dell'economia circolare (intesa come sistema in cui tutte le attività, a partire dall'estrazione e dalla produzione, sono organizzate in modo che i rifiuti di un settore diventino risorse per un altro) e all'adozione di principi di economia lineare (teoria dove, terminato il consumo, termina anche il ciclo del prodotto che diventa rifiuto).

L'economia lineare, al contrario di quella circolare, costringe la catena economica a riprendere continuamente lo schema estrazione, produzione, consumo, smaltimento.

L'adozione di uno schema di economia lineare porta ad un problema poco conosciuto ma molto attuale: la possibile carenza di disponibilità di elementi nutritivi. Nell'ultimo decennio infatti, la divulgazione e la sensibilizzazione ambientale si sono quasi esclusivamente concentrate sul problema dell'esaurimento dei combustibili fossili ma non su altre risorse non rinnovabili di

eguale se non maggiore importanza quali gli elementi nutritivi (principalmente azoto, fosforo e potassio), indispensabili in agricoltura per la crescita delle colture.

Gli elementi nutritivi sono ad oggi, per esempio, estratti da giacimenti situati in paesi caratterizzati da gravi situazioni di instabilità politica e socio-economica e soggetti ad esaurimento (caso del fosforo) oppure prodotti dall'utilizzo di fonti fossili come il metano (caso dell'azoto).

La trasformazione da un'agricoltura con una economia circolare ad una lineare ha quindi determinato due fenomeni negativi: uno ambientale (inquinamenti dei fiumi e delle falde) ed uno economico (insicurezza alimentare e costi dei fattori di produzione agricoli in continuo aumento).

Continuare con un modello economico lineare, in cui terminato il consumo di un prodotto termina anche il ciclo del prodotto stesso che diventa rifiuto, sarà impossibile in un pianeta con risorse finite e con 7 miliardi di abitanti che nel 2050 diventeranno 9, di cui 3 miliardi tenderanno a consumare come gli abitanti degli attuali paesi ricchi.

Inoltre l'utilizzo esclusivo di concimi minerali comporta il mancato reintegro di sostanza organica nei suoli. La conseguenza è l'impoverimento del sistema suolo che perde nel tempo la capacità di trattenere le sostanze nutritive e la sua fertilità chimica, fisica e biologica.

Considerando l'andamento della popolazione e dei consumi globali, la Comunità europea ha recentemente evidenziato l'esigenza di applicare anche al settore agricolo un modello di economia circolare, che preveda il ricircolo degli elementi nutritivi in grado di essere reintegrati in agricoltura, ricalcando, di fatto, il tradizionale ciclo di produzione, consumo e riciclo che avveniva storicamente nelle campagne prima dell'avvento dell'industrializzazione e del successivo inurbamento.

Il recupero di sostanza organica e nutrienti è dunque da considerarsi una necessità e un'opportunità che deve trovare applicazione con il minor impatto possibile sia dal punto di vista ambientale che sulla popolazione, in particolare dal un punto di vista igienico-sanitario. Fin dall'inizio degli anni novanta, Acqua & Sole ha sviluppato sistemi per il recupero dei nutrienti in agricoltura, definendone i principi, la metodologia e valutandone impatto ambientale ed economico.

Il riciclo degli elementi nutritivi in agricoltura offre la possibilità di creare una nuova risorsa europea, riducendo la dipendenza del vecchio continente dall'approvvigionamento di fertilizzanti dall'estero e fornendo gli strumenti per mitigare l'impatto prodotto dall'attività agricola attraverso:

- il mantenimento della fertilità e il ripristino della sostanza organica nei terreni;
- la riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra (GHG);
- la riduzione di perdite di ammoniaca, nitrati e delle emissioni di N₂O;
- la garanzia di una distribuzione sicura dei materiali organici;
- l'eliminazione di odori sgradevoli e il miglioramento del consenso pubblico.

Descrizione del Centro di recupero degli elementi nutritivi di Vellezzo (Pavia)

Il primo impianto espressamente progettato per il recupero degli elementi nutritivi e orientato totalmente alle esigenze dell'agricoltura e degli agricoltori è stato realizzato a Vellezzo, tra le province di Milano e Pavia, e sarà in grado di trattare, stoccare e fornire digestati (ammendanti e fertilizzanti organici prodotti da rifiuti) alle aziende agricole vicine entro un raggio di 5 km. Esso serve all'incirca un'area di 5.000 ettari di terreno coltivabile, garantendo alle aziende il rifornimento di sostanza organica ed



1. Veduta aerea del Centro Recupero elementi nutritivi, foto digitale, Centro Recupero elementi nutritivi di Vellezzo (Pavia).



2. Particolare del sistema di controllo dell'ammoniaca endogena attraverso stripping e produzione di solfato ammonico, foto digitale. Centro Recupero elementi nutritivi di Vellezzo (Pavia)

elementi nutritivi necessari per sostenere la produzione e mantenere la fertilità dei terreni.

Il Centro per il recupero degli elementi nutritivi di Vellezzo riceverà i rifiuti, contenenti preziosi elementi nutritivi e sostanze organiche, dalle aziende zootecniche, dall'industria agro-alimentare, dagli impianti di depurazione civili e dalla raccolta differenziata della (FORSU) Frazione Organica dei Rifiuti Solidi Urbani.

Tutti questi scarti sono trasportati al Centro, ove sono trattati (il trattamento consente di igienizzarli e renderli ottimali per l'utilizzo in agricoltura) e stoccati.

Il Centro avrà la capacità di ricevere 120.000 t/anno di rifiuti e reflui, che verranno trasformati in circa 190.000 t di digestato, con funzione di ammendante organico, completamente igienizzato e deodorizzato attraverso un trattamento anaerobico termofilo che porterà anche alla produzione di un fertilizzante (4.000 t/anno) di solfato ammonico.

Durante la gestione anaerobica si forma biogas che è una miscela di gas costituiti principalmente da metano e anidride carbonica. La percentuale di metano nel biogas varia da 55% a 60%, mentre la concentrazione di anidride carbonica oscilla tra 40% e 45%. Il biogas sarà impiegato per soddisfare le esigenze di energia elettrica e termica del centro, attraverso la produzione di calore ed elettricità in motori a combustione, oppure per la produzione di biometano. L'energia utilizzata per i trattamenti dei rifiuti e la produzione di ammendante e fertilizzante deriverà dunque esclusivamente dal biogas prodotto dal processo stesso. Il calore prodotto dalla combustione del biogas consentirà di mantenere la temperatura di processo a 55°C per almeno 21 giorni, e questo garantirà la completa mancanza di batteri patogeni nel digestato in uscita.

Il Centro sarà in grado di produrre un surplus energetico annuale di oltre 12.000 MWh elettrici, e di sostituire le seguenti quantità di concimi minerali:

Rifiuto organico in ingresso in tonnellate /anno [t/a]	108.000
Rifiuto organico in uscita (direttamente iniettabile nel suolo) [t/a]	190.000
<i>I digestati sostituiscono le seguenti quantità di concimi [t/a]</i>	
Azoto come urea 46%	2.676
Fosforo 34% (P ₂ O ₅)	3.206
Potassio 60% (K ₂ O)	437

Distribuzione del digestato e del solfato ammonico prodotti

La fase di distribuzione del digestato quale ammendante e fertilizzante e del solfato ammonico come fertilizzante prevede l'interramento a 10-15 cm di profondità. L'iniezione diretta nel suolo consente di ridurre le perdite di ammoniaca in atmosfera e aumentare la capacità fertilizzante sia del digestato che del solfato ammonico. Inoltre l'assenza di sostanza organica in superficie consente di eliminare la presenza di insetti molesti.

L'interramento è svolto da apposite macchine, pensate per operare secondo i principi della agricoltura conservativa, ovvero principi che non prevedono il rivoltamento del terreno ma il mantenimento della stratificazione naturale al fine di creare un ambiente più favorevole allo sviluppo della biodiversità, che è funzionale alla fertilità del suolo.

Questi principi agronomici richiedono un minor numero di lavorazioni, per cui la pratica dell'interramento viene molte volte a costituire l'unica vera lavorazione effettuata dall'agricoltore.

I materiali ottenuti permettono i seguenti impieghi ai fini della fertilizzazione:

I digestati (fertilizzanti e ammendanti organici), ricchi in sostanza organica, sono distribuiti prima della semina: la percentuale

di azoto organico rispetto all'azoto totale presente può essere incrementata attraverso l'uso di processi unitari esterni, connessi ai digestori, che estraggono e neutralizzano l'ammoniaca in eccesso producendo sali di ammonio.

I sali d'ammonio prodotti, sono direttamente impiegati durante i diversi stadi della gestione colturale, ovvero nel momento in cui le piante sono in fase di crescita e capaci di assorbire immediatamente questi elementi nutritivi. Possono inoltre essere indirettamente utilizzati applicando fertilizzanti realizzati da produttori che si sono riforniti per l'approvvigionamento di elementi nutritivi, direttamente dal Centro.

Valutazioni economiche ed energetiche legate al Centro

Senza valutare i benefici ambientali (riduzione di gas serra e sostanze eutrofiche), la sostituzione di concimi minerali con fertilizzanti prodotti dal Centro avrà come conseguenza un beneficio economico annuale di oltre 2 milioni di euro:

Risparmio costi economici per l'agricoltura

Elementi fertilizzanti	Costo [€/t]	Quantità [t]	[€]
N	€ 870,00	1231	1.070.970,00
P ₂ O ₅	€ 930,00	1090	1.013.700,00
K ₂ O	€ 380,00	273	103.663,00
		Totale [€]	2.188.333,00

Da un punto di vista ambientale, valutando la riduzione di combustibili fossili e conseguentemente di gas serra, avremo i seguenti benefici:

Risparmio costi energetici per la produzione e il trasporto dei fertilizzanti

Elementi fertilizzanti	GJ/t	Energia espressa in gigajoule [Gj]		Emissioni gas serra evitate (in CO ₂ eq)
		t	Gj	t CO ₂ eq
N	53	1.231	65.248	3.816
P ₂ O ₂	14	1.090	15.261	1.090
K ₂ O	9	273	2.455	191
			[GJ] 82.964	5.097
		Totale	[kWh] 23.045.811	

L'importanza economica dei giacimenti di elementi nutritivi circolanti

Conoscendo la popolazione di una città è possibile calcolare la quantità di elementi nutritivi recuperabile dalle fognature. Prendendo a riferimento la città di Milano, è ragionevole stimare di poter recuperare annualmente dai tre depuratori a cui la città afferisce i propri reflui (pari a 2.550.000 abitanti equivalenti):

2.611 t di Azoto
 816 t di Fosforo
 204 t di Potassio

È importante notare come i rifiuti prodotti dagli impianti di depurazione non siano l'unica fonte di elementi nutritivi prodotti con continuità da un territorio. Una seconda fonte importante risultano, infatti, essere i rifiuti alimentari e alcuni rifiuti di attività



3. Interramento del digestato secondo i principi dell'agricoltura conservativa, che non prevedono il rivoltamento del terreno, foto digitale. Centro Recupero elementi nutritivi di Vellezzo (Pavia).

produttive, che utilizzano come materia prima prodotti agricoli o intermedi derivanti da prodotti agricoli.

Anche i rifiuti organici provenienti dalla raccolta differenziata o da impianti di trattamento che estraggono questa frazione dai rifiuti urbani risultano una fonte molto utile di elementi nutritivi.

Infatti, dalla frazione umida dei rifiuti urbani prodotti dalla città di Milano (135.000 t/anno) possiamo recuperare:

1.019 t di azoto
1.495 t di P_2O_5
636 t di K_2O

Occorre inoltre tenere presente che l'importazione, preparazione e distribuzione di fertilizzanti rappresenta attualmente un costo rilevante per il comparto agricolo che noi tutti sosteniamo, e che potrà essere ridotto attraverso l'applicazione di un processo che utilizza sistemi semplici, duraturi e con un bilancio energetico positivo.

La creazione di un Centro per il recupero e il riutilizzo degli elementi nutritivi dal ciclo di produzione e consumo degli alimenti servirà a promuovere nella Regione un modello di economia circolare, indicando una soluzione per ridurre le materie prime attraverso una gestione dei rifiuti più efficiente e sostenibile, come indicato dalla Commissione Europea nella Comunicazione del 2 luglio 2014 dal titolo *Verso un'Economia Circolare*.

RI-CIRCOLAZIONE DEGLI EFFLUENTI DA IMPIANTI DI DEPURAZIONE: UNA TESTIMONIANZA

VALERIO MONTONATI

La direttiva quadro europea sulle "Acque" (2000/60 CE) e la normativa nazionale di riferimento (D. legs. 152/2006 e D.M. 185/2003) hanno rappresentato una svolta completa per quanto riguarda la definizione del concetto di "corpo d'acqua".

Un corpo d'acqua, come per esempio l'effluente di un impianto di depurazione, può infatti essere considerato una risorsa oppure un rifiuto capace di degradare il recettore naturale finale (sia esso un fiume, un lago, un mare, una "falda") sulla base di parametri chimici (pH, BOD – domanda biochimica di ossigeno –, COD – domanda chimica di ossigeno –, N totale, P totale, ecc.); fisici (T °C, solidi sospesi, ecc.); biologici (IBE, concentrazione batterica, ecc.). La normativa comunitaria stabiliva inoltre che i corpi idrici raggiugessero lo stato di qualità "buono" entro il 2015.

Il metodo con cui viene valutato lo stato di un corpo idrico ai fini dei suoi molteplici usi da parte dei cittadini (approvvigionamento idrico della popolazione, agricoltura, pesca, attività sportive e di svago, ecc.) è strutturato sull'analisi delle comunità biologiche presenti. In generale, quanto più "pulite" saranno le acque, tanto più saranno presenti comunità biologiche ricche e diversificate con molte specie che esigono un'eccellente ossigenazione e limpidezza, ovvero una scarsa o irrilevante presenza di contaminanti. Un fiume, per esempio potrà essere valutato nelle

sue varie sezioni attraverso diversi elementi di qualità biologica (EQB) come l'ISECI (Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche). Se esso ospiterà una fauna ittica molto articolata e ben strutturata, con pesci sensibili all'inquinamento come i salmonidi (trote e temoli), o le meno conosciute sanguinerole insieme ai più comuni vaironi, ciò corrisponderà a un indice di qualità eccellente; viceversa, la presenza di specie che si adattano a condizioni ambientali "limite", oppure la totale mancanza di popolazione ittica, denunceranno un livello di qualità mediocre o pessimo.

Quest'ultima era la condizione di molti corsi d'acqua di Milano utilizzati fino a un passato relativamente recente come smaltitori dei reflui urbani. La roggia Vettabbia, il cavo Redefossi, il colatore Lambro Meridionale, lo stesso fiume Lambro erano adibiti, relativamente alle portate derivate per uso irriguo, a quella che oggi chiameremmo una sorta di "fertirrigazione". In altre parole, servivano a irrigare decine di migliaia di ettari di campagne coltivate a sud della città e nel contempo fornivano ad esse sostanza organica ed elementi fertilizzanti finendo così con il riacquistare la limpidezza dei corsi d'acqua naturali nel loro lento fluire attraverso le campagne coltivate.

Fino alla fine del XIX secolo la pratica empirica della concimazione si fondava sull'osservazione e sulla consuetudine: fin dai tempi di Roma ed ancora da prima, si era constatata l'utilità di spandere sui terreni coltivati le deiezioni animali (letame e liquami) ed anche quelle umane, benché diluite nelle acque in uscita dai centri abitati. Questa forma tradizionale di concimazione, insieme alla pratica della rotazione delle colture, garantiva il mantenimento della fertilità dei terreni e la loro capacità di assicurare una regolare produzione di derrate alimentari, sebbene in quantità limitate (per esempio meno di 10 quintali di frumento per ettaro).

Tra la fine del XIX secolo e il primo ventennio di quello successivo, le scoperte di chimica applicata ai vegetali compiute da

Theodore de Saussure e Justus von Liebig sulla fissazione da parte delle piante della CO₂ atmosferica e sulla legge del minimo, così come quelle di Mendel sull'ereditarietà e dell'agronomo Nazareno Strampelli sulle selezioni varietali, hanno posto le fondamenta dell'agronomia come scienza in grado tra l'altro di indagare via via i rapporti esistenti tra i diversi elementi nutritivi e la capacità produttiva delle colture. Ciò ha comportato un progressivo aumento della produttività agricola. Così nel caso del frumento, per riprendere l'esempio fatto prima, il suo potenziale produttivo è passato da 40-80 quintali per ettaro degli scorsi decenni fino agli attuali 120 quintali per ettaro, un aumento reso possibile anche da adeguati incrementi nell'apporto di fertilizzanti ai terreni coltivati, dell'azoto in primis.

Un altro evento che ha contribuito a modificare il bilancio degli apporti di fertilizzanti (in particolare di quelli azotati) nei terreni padani è stata l'evoluzione della zootecnia, secondo alcuni principi economici come la progressiva espansione di stalle, porcilaie e capannoni avicoli secondo i principi delle economie di scala finalizzati a ottimizzare la produzione di latte, carni e uova minimizzandone i costi produttivi. Questo processo tecnico-economico ha comportato almeno due effetti evidenti. In primo luogo la sparizione dei piccoli-medi allevamenti zootecnici, ben distribuiti sul territorio dalla pianura fino all'alta montagna. Una sparizione che ha prodotto il progressivo abbandono delle aree montane e di collina, dei terreni ivi coltivati nonché del presidio del territorio, con nefaste conseguenze che hanno fortemente contribuito a incrementare il fenomeno noto come dissesto idrogeologico.

Secondariamente, l'avvento dell'industria zootecnica ha comportato la costante formazione di ingenti quantità di deiezioni animali (solide e liquide) in ambiti territoriali e agricoli (o agro-ecosistemi) che spesso erano troppo limitati per poter essere concimati in maniera sostenibile. Di fatto ci troviamo attualmente

nella condizione di vedere terreni collinari e di montagna non più concimati che evolvono verso habitat naturali non più produttivi (boschi, arbusteti e lande, praterie e formazioni erbose di varia natura), vanificando spesso secoli di duro lavoro di donne e uomini per domare una natura ostile. Di contro, vediamo terreni di pianura saturi o sovrasaturi di azoto e fosforo alle prese con seri problemi di smaltimento delle deiezioni animali, problemi solo in parte risolvibili mediante il ricorso a impianti di produzione di energia elettrica da biogas. Tale condizione è resa ancor più paradossale dalla presenza di moltissimi impianti di trattamento delle acque in grado di fornire apporti fertilizzanti, oltre alla sempre più rara risorsa idrica per l'irrigazione.

Quale risulterebbe essere tale apporto di elementi fertilizzanti lo si può del resto ricavare dai dati sulle loro concentrazioni nelle acque trattate negli impianti di depurazione milanesi di San Rocco, Nosedo e Peschiera Borromeo. Valutando la concentrazione massima ammissibile pari a 10 mg per litro, un volume medio d'acqua trattata annualmente, stimabile in 300 milioni di m³, potrebbe dare su una superficie agricola indicativa di 25.000 ettari un apporto di alcuni chilogrammi per ettaro di azoto. Per una coltivazione di mais che produca circa 10 tonnellate di granella secca, ciò vorrebbe dire fino a un massimo del 10% circa della richiesta in azoto. Un contributo minimo, quindi, rispetto alla domanda complessiva di macro nutrienti, ma tuttavia da valorizzare unitamente all'apporto irriguo che è certamente quello più significativo che gli impianti di depurazione potrebbero offrire all'agricoltura.

Sembra, inoltre, doveroso proporre un ragionamento sui cambiamenti climatici in atto che potrebbero rendere queste risorse idriche assolutamente indispensabili e da impiegarsi in un riciclo totale.

Attualmente la media pianura padana lombarda, contraddistinta da terreni agricoli formati su substrati sciolti e, quindi, con

assoluta necessità di essere irrigati per poter mantenere livelli di produttività tra i più elevati del mondo, continua a beneficiare di un regime pluviometrico relativamente favorevole con piogge frequenti ed abbondanti in autunno e primavera, con la catena alpina in grado di creare riserve idriche in quota grazie all'innevamento invernale ed al perdurare dei ghiacciai. A ciò si aggiunga il naturale sistema dei grandi laghi subalpini che fungono da cassa di espansione nei periodi piovosi determinando così una riserva d'acqua che in genere si è dimostrata largamente sufficiente a garantire gli approvvigionamenti irrigui all'antica e consolidata rete irrigua del sistema dei navigli, dei canali, delle rogge maggiori e minori e dei fontanili permettendo di irrigare le coltivazioni fin negli angoli più remoti del territorio. La situazione, tuttavia sta cambiando, anzi, è già cambiata.

Quegli appezzamenti più defilati, sopra accennati, per esempio, che fino a pochi lustri fa godevano, per le proprie necessità adacquatorie, delle così dette "colature" provenienti, come surplus dell'irrigazione a scorrimento, dagli appezzamenti più a monte, si sono via via trovati senza più tale disponibilità. Gradualmente ma inesorabilmente, si sono resi sensibili i riflessi del cambiamento climatico in corso, a cominciare dalla riduzione complessiva delle precipitazioni, con problemi seri nella conduzione classica dei campi ancora coltivati a mais o a riso mediante i tradizionali sistemi di irrigazione a scorrimento e ad immersione.

In un ipotetico scenario "estremo", nel quale l'incremento della temperatura comportasse la scomparsa dei ghiacciai perenni, così come la drastica riduzione delle riserve nivali in quota e lunghi periodi siccitosi non più ammortizzabili con le riserve idriche dei grandi laghi o, addirittura, della falda (che per altro sostiene già adesso le cosiddette "campagne di margine"), è chiaro che la risorsa idrica proveniente dagli impianti di trattamento risulterebbe di fondamentale importanza. Sarebbe anzi indispensabile per garan-

tire la sopravvivenza di un'agricoltura come quella lombarda che dopo essersi adeguata ai modelli dell'"aridocoltura", adottandone i tipi di coltura e i metodi di irrigazione, volesse ancora essere protagonista in un'area storicamente votata alla produzione di prodotti alimentari grezzi e trasformati.

In quest'ordine di idee mi sembra utile concludere riferendomi a due distinte proposte progettuali di irrigazione con acque depurate che ho potuto personalmente sviluppare in un caso presso il Parco del Fiume Ticino (con il quale suo tempo collaboravo come professionista) e nell'altro presso il Parco Agricolo Sud Milano, dove attualmente opero come tecnico.

Il caso riguardante il Parco del fiume Ticino risale al 1998, quando nell'ambito di un confronto sul tema delle marcite ho provato a immaginare una virtuale sequenza di ecosistemi acquatici in cui far fluire acque provenienti da un impianto di depurazione. In questa serie di ecosistemi si inserivano le marcite come passaggio intermedio, a valle di un sistema di fitodepurazione / rinaturalizzazione di acque in uscita da un impianto di trattamento. Si trattava di un percorso idraulico forzato, con fondale tappezzato da piante acquatiche, rive colonizzate da *Phragmites spp.*, tiphe, carici et altre specie consimili e con piante arboree idrofile poste sul culmine (con volumi di radici affioranti nella zona ripariale di contatto con l'acqua), e a monte di campagne coltivate a riso con il sistema di fontanili e delle rogge come recettori finali del sistema.

Per quanto riguarda il Parco Agricolo Sud Milano, alla fine degli anni '90 si era ipotizzato di immettere nella rete irrigua locale le acque in uscita dall'impianto di depurazione di Pero (a memoria un paio di m³/sec). Allora così come oggi, queste acque trattate venivano versate nel Deviatore Olona, che in quegli anni veicolava acque inquinatissime, migliorando impercettibilmente quella "Cloaca" per semplice diluizione. In pratica si tornava a sporcare acqua depurata suscettibile di essere impiegata in aree

agricole deficitarie di questa risorsa. L'idea era pertanto di evitare tale scempio e far confluire quell'acqua nella rete irrigua di questa area del Parco. Così facendo, si sarebbe ottenuto di implementare le portate dei canali secondari "Villoresi", di rogge e fontanili e così, tutti insieme, di rispondere alla richiesta di maggiori disponibilità idriche per l'irrigazione di alcune zone a sud e sud-ovest di Settimo Milanese.

Il progetto, valutato con i tecnici del Consorzio di Bonifica Est Ticino – Villoresi, prevedeva principalmente due immissioni (linee 1 e 2): la prima nel "secondario Villoresi" che sottopassa il Deviatore Olona nei pressi della Cascina Figinello, e l'altra nell'asta del Fontanile Giulia presso Cusago. La sfavorevole quota in uscita dall'impianto di Pero, che imponeva l'innalzamento del corpo d'acqua con un sistema di pompe era il maggiore ostacolo all'esecuzione del programma previsto e che di fatto non superò mai la fase di proposta progettuale.

La risorsa acqua quindi, si sta confermando sempre più un bene di primaria importanza, anzi, le repentine variazioni della sua disponibilità ne fanno un elemento strategico capace perfino di generare conflitti.

Provenga essa direttamente dal proprio ciclo naturale, ovvero dopo aver soddisfatto, con un'accurata e condivisa regolazione, le esigenze energetiche, confortato la domanda sportiva e del tempo libero, le esigenze igienico-sanitarie delle popolazioni e la richiesta dell'industria, dovrà essere resa disponibile all'agricoltura con caratteristiche qualitative adeguate ed, infine, restituita agli imbriferi e al mare senza comprometterne gli ecosistemi, pronta a ricominciare il suo lungo percorso.

DAI BIONUTRIENTI ALLE MARCITE

CESARE SALVETAT

In controtendenza rispetto a quanto esposto finora, che documenta la progressiva sparizione – dopo quasi un millennio – di uno dei tratti più caratteristici del paesaggio lombardo, è il caso del prato marcitorio di fronte all'abbazia di Chiaravalle, sopravvissuto fino agli anni Novanta, poi smantellato e recentemente ricostruito nel luogo che fece da culla alla sua diffusione, come elemento di eccellenza del Parco della Vettabbia. Quest'ultimo è stato del resto realizzato a compensazione ambientale del Depuratore di Nosedo, in segno di riconoscenza e di rispetto nei confronti dell'opera di bonifica avviata dai monaci cistercensi, che trasformarono la pianura lombarda, da acquitrinosa e improduttiva, in una delle più fertili e ambite del pianeta.

Due sono state le ragioni principali che hanno prevalso ai fini della sua ricostruzione.

La prima, di ordine paesaggistico, culturale, storico-testimoniale: se c'è un luogo dove ha senso mantenere in vita l'ultima marcita, è proprio di fronte all'abbazia di Chiaravalle, dove fu – se non concepita – perfezionata e divulgata. Improbabile trovare un contesto migliore per onorarne la storia. Come il Duomo di Milano protende il suo sagrato verso il cuore della città nello spazio lastricato della piazza antistante, così l'abbazia protende idealmente il suo sagrato verso il cuore della campagna nello



1. Marcita del podere comunale di Cascina San Bernardo di fronte all'abbazia di Chiaravalle, dismessa all'inizio degli anni '90, 1989, foto Cesare Colombo. Da A. Gentile, M. Brown, G. Spadoni, *Viaggio nel sottosuolo di Milano*, Comune di Milano, Milano 1990.

spazio verde della marcita: luoghi evocativi di un'esperienza umana dedicata alla sperimentazione di un modello di società e di sviluppo sostenibile che per secoli ha garantito alla città di Milano prosperità e benessere.

Non è un caso che lo stesso perimetro del vincolo monumentale ex L. 1089/39, apposto a tutela dell'abbazia di Chiaravalle negli anni in cui la marcita era ancora attiva, recepito poi dallo stesso PRG all'epoca vigente, includa al suo interno almeno 2/3 della medesima, come parte integrante del complesso monastico ed elemento ritenuto indispensabile alla sua corretta contestualizzazione. Purtroppo nemmeno l'ulteriore estensione del vincolo all'intera superficie – di circa cinque



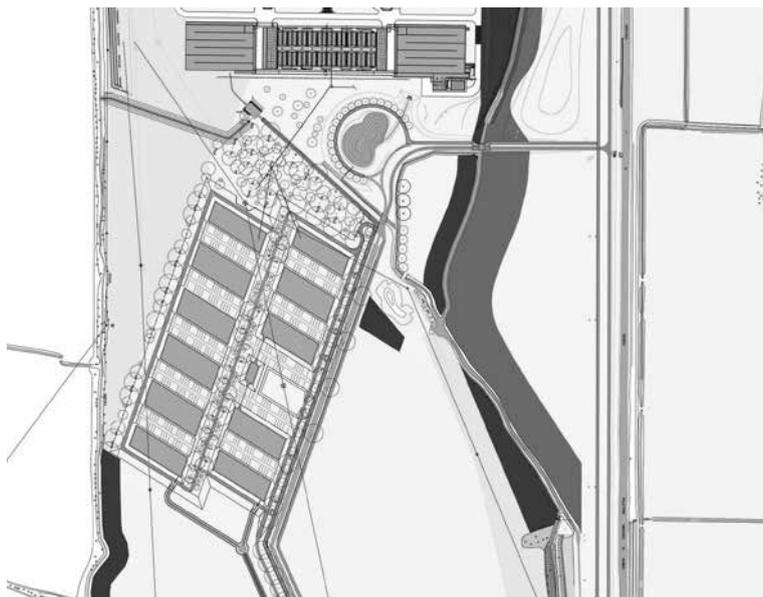
2. La marcita del podere di Cascina San Bernardo ricostruita nell'ambito del Parco della Vettabbia, 2016, foto Cesare Salvetat.

ettari – del prato marcitorio, successivamente disposta dal PTC del Parco Agricolo Sud Milano, è servita a preservarlo dalla sua demolizione. Motivo in più per riproporne la ricostruzione.

La seconda, di ordine ambientale ed eco-sistemico: se c'è un sistema naturale in grado di svolgere un'azione purificante sulle acque reflue senza ricorso a reagenti chimici è proprio la marcita, grazie alla capacità dei tappeti erbosi di trattenere il materiale organico in esse disciolto, preziosa fonte di alimento. A seguito dell'avvento dei monaci cistercensi, la valle della Vettabbia – roggia destinataria della maggior parte dei reflui urbani – divenne una enorme distesa di marcite da Milano a Melegnano: il più vasto ed efficace sistema di fitodepura-



3. Particolari delle ali della marcita e di un incastro per la ripartizione delle acque nei canali di alimentazione della marcita, 2016, foto Cesare Salvetat.



4. Pianta del “bosco umido” realizzato a valle dell’impianto di depurazione e costituito da due linee di cinque vasche alimentate in successione dalle acque in uscita dal depuratore, di cui è visibile in alto la sezione di disinfezione finale, 2005, stralcio di tavola progettuale del Parco della Vettabbia, progettista incaricato: Prof. Arch. Marco Prusicki.

zione dell’antichità, in grado di assolvere ottimamente a tale compito – come testimoniato dalle numerose visite di tecnici stranieri – fino agli inizi del secolo scorso, quando a seguito dello sviluppo industriale l’incremento degli abitanti e degli sversamenti di sostanze chimiche nel reticolo idrico di superficie ne alterò le capacità di tenuta.

Della marcita, per i motivi di cui sopra, sono state dunque confermate forma e funzione, ancorché aggiornate rispetto al

mutato contesto ed ai mutati limiti delle attuali modalità di manutenzione.

Al fine di consentire il passaggio e il movimento degli attuali mezzi agricoli, le ali sono state allargate come pure i ponticelli; anche gli incastrati per il governo delle acque son stati irrobustiti per resistere più a lungo all'usura; invariato, invece, è rimasto l'impianto originario, impostato su tre capezzagne a distanze e a livelli decrescenti verso valle, organizzate secondo il consueto schema a pettine con alternanza di coli e adacquatrici rispettivamente al piede e alla sommità delle ali, suddivise da un corsello centrale in sei riquadri, irrigabili autonomamente – sempre per caduta – in modo da poter sfasare i tempi di maturazione di ciascuno di essi, garantendo gli sfalci in sequenza ciclica continua, secondo la “regola” antica, che nulla lasciava al caso o allo spreco delle risorse naturali.

Anche la presa di alimentazione originaria da Vettabbia Bassa, a monte di Cascina S. Bernardo, è stata mantenuta, ma con una novità: l'aggiunta di una ulteriore fonte di approvvigionamento con acque provenienti dal cosiddetto “bosco umido” realizzato a valle del Depuratore di Nosedo, alimentato da quota parte delle acque in uscita dall'impianto.

Tale bosco umido, di estensione pari a circa cinque ettari, concepito come un vero e proprio ecosistema-filtro, è costituito da due linee di cinque grandi vasche in terra ciascuna, disposte in parallelo a livelli decrescenti, separate l'una dall'altra da setti di sabbia e ghiaia sormontati, al di sopra di uno strato di coltivo, da piantagioni con piante idrofile, il cui fitto apparato radicale – una volta sviluppato – sarà in grado di trattenere impurità e microrganismi presenti nelle acque in lenta percolazione tra i setti.

Per il momento – e per i prossimi anni – al bosco umido confluiranno esclusivamente acque rispondenti ai parame-



5. Particolare di una delle vasche del "Bosco umido" in fase di realizzazione in cui è visibile il setto di separazione tra le vasche, 2016, foto Cesare Salvetat.

tri di legge più restrittivi, sollevate a valle della sezione di disinfezione; mano a mano che – in funzione dello sviluppo dell'apparato radicale – si svilupperà anche la sua capacità depurativa, sarà possibile previa autorizzazione procedere alla graduale immissione di acque prelevate a monte della sezione di disinfezione, al fine di concorrere all'abbattimento della carica batterica tramite il ricorso a sistemi naturali al posto dell'attuale acido peracetico.

Stiamo parlando di portate modeste rispetto alla portata media dei 5.000 l/s in uscita dall'impianto: circa 200 l/sec

complessivi a massimo regime, sufficienti comunque a mantenere in continuo esercizio la marcita ripristinata. La sua duplice possibilità di approvvigionamento ne consentirà il funzionamento ininterrotto anche durante gli interventi di manutenzione su una o sull'altra linea di alimentazione, garantita comunque con apporto continuo di acqua pulita in uscita dal depuratore a circa 12 gradi centigradi, tutti i giorni dell'anno. Quanto basta per un buon raccolto.

La marcita dunque, concepita come stazione terminale di un più vasto e articolato sistema di trattamento delle acque all'interno della valle della Vettabbia, tornerà a riacquisire parte della sua antica funzione di filtrazione delle acque, prima di restituirle in Vettabbia Bassa alla confluenza dei principali scarichi del depuratore. Tale apporto potrebbe rivelarsi particolarmente prezioso in relazione anche al carico di nutrienti che l'ecosistema innescato dalla realizzazione del Parco della Vettabbia sarà in grado di produrre. Da qui lo spunto per il titolo, scherzosamente provocatorio, di questo intervento.

Per quanto riguarda la manutenzione della marcita, la stessa verrà affidata – a costo zero per l'Amministrazione – alla Società Umanitaria, recente assegnataria con bando pubblico della Cascina S. Bernardo e dell'attiguo bosco dei frutti antichi, realizzato anch'esso nel contesto del Parco della Vettabbia. La cascina sarà sede infatti, tra le altre cose, di un nucleo di formazione per giovani agricoltori, che si cimenteranno anche nell'antica pratica dei prati marcitori ancora presenti nel territorio milanese, affinché non si ripeta quanto successo all'antica marcita di Chiaravalle.

Sarà anche l'occasione per rinnovare la lezione che la marcita esprime e porta in sé: la volontà e la capacità di ottimizzare le risorse ambientali localmente disponibili, produrre ricchezza senza sprechi e senza produzione di rifiuti persistenti;

ma anche una visione del mondo e di un modello di civiltà basato sul valore della “regola”, concepita da chi – pur elevando lo sguardo in contemplazione – seppe rimanere con i piedi ben piantati per terra, anche se bagnati dall’acqua.

POSTFAZIONE

ROBERTO CANZIANI

Da quando Metropolitana Milanese ha assunto l'incarico di gestire il servizio idrico integrato del Comune di Milano, non si è limitata all'aspetto tecnico, ma ha anche avviato numerose iniziative culturali, volte alla valorizzazione del grande patrimonio di storia e tradizioni milanesi legate all'acqua, al rapporto tra l'acqua e i milanesi.

Pur priva di un grande fiume come altre grandi città, Milano è comunque città d'acqua, inserita com'è in un contesto territoriale lambito da fiumi, come l'Olonza, il Seveso e il Lambro e attraversato da torrenti, rogge, risorgive e fontanili.

Fin dagli insediamenti di origine preromana e poi sempre, nel corso dei secoli, gli abitanti di *Mediolanum* hanno dovuto lavorare duramente per bonificare aree acquitrinose e malsane e, al contempo, difendersi dalle inondazioni. Fin dalle origini, dunque, i milanesi hanno scavato canali di drenaggio, canali deviatori, canali per la navigazione, e, forse per primi in assoluto, hanno realizzato quel magistrale sistema di irrigazione denominato *prato marcido* o *prato marcitorio*, noto oggi come *marcita*.

Dalle marcite ai bionutrienti descrive in pochi capitoli come i milanesi abbiano tratto vantaggio non solo dalla ricchezza di acque offerta dal territorio, ma anche come abbiano saputo sfrut-

tare il potenziale fertilizzante delle acque di scolo della grande città, ottenendo il duplice scopo di aumentare le rese foraggere e di restituire all'ambiente acqua depurata e nutrienti per l'agricoltura.

Il testo scorre limpido, come la Vettabbia di epoca romana e medioevale, sapientemente evocata e descritta come *flumen mediolanensis* da Marco Prusicki, necessaria per il drenaggio delle marcite, attive fin dall'XI secolo, antecedenti ai monasteri cistercensi di Milano e dintorni, come documentato da Mario Comincini. I monaci hanno poi migliorato la tecnica della marcita, arrivando a una perfezione che si è mantenuta sostanzialmente inalterata per secoli.

Le risorgive presenti nel territorio circostante, garantivano abbondante disponibilità di acqua a temperatura costante (di oltre dieci gradi centigradi sopra lo zero) anche in inverno. L'irrigazione dei prati in tutti i periodi dell'anno consentiva di moltiplicare il numero di sfalci annui e di produrre foraggio fresco senza interruzioni.

Per l'epoca, l'approvvigionamento continuo di foraggio fresco significava un vantaggio economico strategico per il Ducato di Milano, che poteva disporre di rese agricole, ma anche di latte e carne, superiori a quelle di altri vicini più o meno potenti.

Sono dell'opinione che le marcite abbiano giocato un ruolo non secondario nell'assicurare le risorse economiche che hanno portato i domini del Ducato, all'inizio del XV secolo, apice della potenza viscontea sotto il duca Gian Galeazzo, a estendersi dal Passo del San Gottardo a nord, alla Toscana a sud, a Vicenza a est e al fiume Sesia a ovest.

Dal XVII secolo, il declino della città sotto il dominio spagnolo porta all'abbandono di gran parte delle marcite, che conoscono un lungo periodo di degrado. È di quest'epoca la confusione tra marcite e terreni paludosi, per la mancata manutenzione dei

canali di scolo che consentivano lo scorrere lento, ma costante, delle acque sui terreni prativi.

Interessantissimo, poi, seguire l'evoluzione nei secoli XIX e XX. L'espansione urbana conseguente allo sviluppo industriale e la realizzazione delle prime condotte fognarie incrementa notevolmente l'apporto cloacale alla Vettabbia. Le sostanze organiche, ma anche la carica batterica, vengono così trasferite alle marcite. Il genio milanese trova in esse una soluzione originale al problema della depurazione. Mentre in Inghilterra si sviluppavano le prime tecniche di depurazione biologica (i letti percolatori), a Milano si sfrutta la capacità di auto-depurazione delle marcite, definita "depurazione agricola". Maurizio Brown e Pietro Redondi descrivono e documentano in dettaglio l'importanza di questa pratica nel XIX secolo nell'Europa continentale, portando gli esempi di Parigi, con i *champs d'épandage*, e di Berlino, con i *rieselfelder*, che replicavano, perfezionandola, la secolare pratica delle marcite, con l'attenzione però, tutta moderna, di monitorare attentamente la qualità delle acque drenate a valle.

La premessa del successo di questa pratica stava nell'alto contenuto di sostanze biodegradabili, ricche di nutrienti (in primis: azoto, fosforo e potassio) e in un apporto idrico compatibile con le superfici disponibili a marcita nel territorio a sud-est di Milano. Dalla fine degli anni Sessanta il sistema va in crisi, per la grande quantità di acque luride prodotte da residenti e industrie, non più sopportabile dai terreni a marcita.

Inoltre, il carico inquinante di Milano e dell'intera Lombardia si riversava nel fiume Po, e da qui nell'Adriatico, contribuendo (e non poco) al fenomeno dell'eutrofizzazione delle coste romagnole, che vedono comparire preoccupanti e massicce fioriture di microalghe lungo i litorali, con gravi ripercussioni negative sulla pesca, sul turismo e sugli ecosistemi costieri.

La normativa (la storica legge “Merli”, n. 319 del 1976) impone di potenziare la depurazione delle acque di rifiuto con un moderno impianto, conforme all’evoluzione della tecnica. Seguono anni di diatribe e contese, che portano Milano alla soglia del terzo millennio senza un depuratore moderno, unica grande città europea insieme a Bruxelles.

Gli ultimi capitoli, a cura di Andrea Aliscioni, Francesca Pizzi, Gilberto Garuti, Valerio Montonati e Cesare Salvetat, descrivono le soluzioni e le realizzazioni degli ultimi dodici anni.

Nel 2004 entrano in funzione i due grandi depuratori a sud di Milano, che trattano il potenziale inquinante equivalente a oltre due milioni e mezzo di persone e producono acqua non solo compatibile con i corsi d’acqua in cui sono scaricate, ma anche di qualità tale da poter essere impiegata nell’irrigazione dei campi.

L’acqua depurata è però impoverita di gran parte del suo potere fertilizzante originario, che deve essere rimosso per evitare, appunto, l’eccesso eutrofizzante. I nutrienti, però, non sono perduti, ma concentrati nei fanghi di depurazione, che costituiscono il sottoprodotto del trattamento delle acque. Dal loro corretto utilizzo, si può quindi recuperare anche il potenziale fertilizzante delle acque di scarico.

A completare l’opera si è prevista, con grande intelligenza e rispetto del territorio, la ricostruzione di una marcita secondo i canoni tradizionali, alimentata dalle acque uscenti dal depuratore. Oltre a esercitare un’azione depuratrice ulteriore e non trascurabile, la marcita ricostruita valorizza il paesaggio circostante, portandolo alla fruizione dei cittadini in una visione di integrazione e di rispetto dell’ecosistema.

La storia ha quindi un lieto fine. Sì, perché ho letto d’un fiato i testi raccolti in questo libro e con grandissimo interesse, apprezzandone sia il valore storico e documentale, sia l’integrazione che propone tra la tradizione secolare delle marcite e le tecnolo-

gie più recenti. L'ho letta proprio come una bella storia, da raccontare a figli e nipoti, dalle origini ai giorni nostri, che ha visto l'applicazione di intuizioni geniali, di sapiente sfruttamento di queste intuizioni, ma anche di momenti bui e di degrado, per finire con una soluzione moderna ed efficiente, pur rispettosa delle tradizioni e dell'ambiente, capace di non disperdere, ma anzi di valorizzare, il patrimonio di cultura, di scienza e di tecnica dell'uso dell'acqua che i milanesi hanno sempre saputo esprimere da duemila anni a questa parte.

GLI AUTORI

Andrea Aliscioni, ingegnere, è direttore del settore Acque reflue e Depurazione di MM SpA. Esperto nella gestione e nell'esercizio di sistemi di raccolta e trattamento delle acque reflue nell'ambito dei Servizi idrici integrati, ha operato in qualità di responsabile dell'esercizio acque reflue in Lombardia, Toscana e Lazio e in ambito internazionale in qualità di tecnico esperto nel trattamento delle acque reflue civili e industriali.

Maurizio Brown, ingegnere laureato al Politecnico di Milano, membro della commissione Ambiente e energia dell'Ordine degli ingegneri di Milano, già direttore del servizio Fognature e Corsi d'acqua del Comune di Milano e delle Acque reflue del Servizio idrico integrato di MM SpA. Ha pubblicato *Viaggio nel sottosuolo di Milano. Tra acque e canali segreti* (con A. Gentile e G. Spadoni, 1990) e *L'Oro di Milano. Usi agricoli e sociali delle acque milanesi* (con M. A. Breda e P. Redondi, 2016).

Roberto Canziani, laureato in Ingegneria civile idraulica e dottore di ricerca in ingegneria sanitaria, è professore associato di Ingegneria sanitaria-ambientale presso il Dipartimento di Ingegneria civile e ambientale del Politecnico di Milano, dove è titolare del corso "Water and Wastewater Treatment Technology". Autore o co-autore di oltre 180 pubblicazioni, di cui oltre 90 internazionali, ha partecipato a tre progetti di ricerca europei, di cui due attualmente in corso sulla disidratazione elettrosmotica dei fanghi, e a diversi progetti di ricerca su tecnologie di trattamento delle acque.

Mario Comincini si interessa di storia del Milanese con particolare riguardo al sistema idrico. Ha pubblicato tra l'altro: *Il Naviglio Grande* (1981) *Storia del Ticino. La vita sul fiume dal Medioevo all'età contemporanea* (1986); *La prima conca dei navigli milanesi. 1438* (2012).

Gilberto Garuti, già ricercatore presso l'ENEA, ha collaborato con diverse università italiane ed internazionali nel settore della digestione anaerobica ed è attualmente responsabile del settore ricerca e sviluppo della società Acqua&Sole srl, dove si occupa dello sviluppo

di processi e sistemi per il recupero in agricoltura di substrati organici e della promozione della biodiversità in agricoltura quale fattore di produzione supplementare. Partecipa in qualità di docente ai corsi annuali del CNR del Master in Gestione delle biomasse e dei processi per la produzione di energia.

Valerio Montonati, agronomo, lavora al Parco Agricolo Sud Milano di cui segue le problematiche inerenti il reticolo irriguo e idraulico, la riqualificazione di aree umide e boscate, la formazione di boschi e frutteti con antiche cultivar, il coordinamento di censimenti faunistici e la salvaguardia della fauna ittica. Ha insegnato nel Master in Architettura Paesaggio organizzato da ACMA - Centro Italiano di Architettura e ha di recente pubblicato "L'acqua e il territorio agricolo milanese", in *Expo dopo Expo*, a cura di A. Angelillo (2015).

Francesca Pizza, laureata in Biotecnologie per l'industria e per l'ambiente all'Università degli Studi di Milano, lavora presso l'impianto di depurazione di Milano Nosedo costruito e attualmente gestito dalla società MilanoDepur Spa, concessionaria del Comune di Milano. Nello specifico si occupa di controllo di processo e verifiche analitiche, seguendo tutto quanto concerne il trattamento delle acque reflue e lo smaltimento dei fanghi. Collabora inoltre alle diverse ricerche condotte presso il depuratore da università ed enti di ricerca.

Marco Prusicki è professore associato di Composizione architettonica e urbana presso il Dipartimento ABC del Politecnico di Milano, dove è coordinatore del Dottorato in Composizione architettonica. Presidente della Commissione del Paesaggio del Comune di Milano, è autore del progetto Parco agricolo-urbano della Valle della Vettabbia. Tra le sue pubblicazioni *La valle della Vettabbia risorge*, in *La valle dei Monaci*, a cura di M. Canella e E. Puccinelli (2012); *Milano e le acque: progetto per una nuova Darsena*, in *Sud Milano. Storia e prospettive di un territorio*, a cura di F. Floridia (2014).

Pietro Redondi è professore di Storia della scienza all'Università di Milano - Bicocca. Ha curato di recente *La gomma artificiale. Giulio Natta e i laboratori Pirelli* (2013); *Città effimera. Arte, tecnologia, esotismo all'Esposizione internazionale di Milano 1906* (2015); *L'Oro di Milano. Usi agricoli e sociali delle acque milanesi* (con M. A. Breda e M. Brown, 2016).

Cesare Salvetat è architetto, funzionario del Comune di Milano – attualmente in servizio presso il settore Verde e Agricoltura – già membro dell'Ufficio del Commissario per la realizzazione dei poli depurativi della città di Milano, dove si è occupato degli aspetti connessi al loro inserimento ambientale.

Carlo Soave, professore ordinario di Genetica agraria e di Fisiologia vegetale (attualmente in pensione) all'Università degli Studi di Milano, è autore di 153 pubblicazioni su giornali internazionali, tra cui "Removal of metallic elements from real wastewater using zebra mussel bio-filtration process" (con S. Magni, M. Parolini, F. Marazzi, V. Mezzanotte, A. Binelli), *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 3 (2), 2015: 915-921. Di recente ha curato l'allestimento delle mostre *Una storia da scoprire. L'Agricoltura all'Istituto Lombardo nell'800* (2015) e *Arte nella Scienza. La collezione Garnier Valletti* (2016).

INDICE DEI NOMI

- Ackert, Loyd T., 105n
Alberzoni, Maria Pia, 24n, 25n
Aliscioni, Andrea, 196
Ambrosioni, Annamaria, 51 e n
Andenna, Giancarlo, 49, 50
Ansani, Michele, 46n
Antico Gallina, Maria Vittoria,
21n, 24n
Antoniani Claudio, 73, 74 e n, 75, 76
e n, 91n
Arrivabene, Antonio, 115, 116 e n
Artico, Giovanni, 72
Austin, Henry, 117, 118, 119 e n,
121
Bajetta, Benito, 56n
Bardois, Edmond, 87n, 111n
Barles, Sabine, 81n
Bateman, John F., 94
Belgrand, François Eugène Marie,
102n
Bernardo di Chiaravalle, 121, 124
Bernet, Claus, 108n
Berra, Domenico, 17 e n, 53, 55, 56
e n, 57 e n, 58n, 63 e n, 106n
Beruto, Cesare, 32, 61, 66
Bieber, Albert, 87n, 111n
Bignami Sormani, Emilio, 63, 107,
113n
Binelli, Andrea, 158n
Biscaro, Gerolamo, 23n
Bocchi, Stefano, 65
Borasio, Mariella, 25n
Boriani, Maurizio, 30n, 32, 33
Brivio, Ernesto, 27n
Brotti, Enrico, 34, 35
Brown, Maurizio, 34, 184, 195
Bruschetti, Giuseppe, 23n, 24n, 106n
Burger, Johann, 106n
Callegari, Alessandra, 37n
Calliari, Paolo, 43, 44n
Calmette, Albert, 105
Cameron, Donald, 105
Canella, Maria, 155n
Cantù, Cesare, 63, 64 e n, 66n
Capell, Arthur A., 117
Caporusso, Donatella, 21n
Carlo Emanuele III di Savoia, 84
Castellano, Aldo, 37n
Cattaneo, Carlo, 52 e n, 114 e n,
115, 125
Cattaneo, Luigi, 106n
Celli, Angelo, 70
Ceresa Mori, Anna, 24n
Chadwick, Edwin, 107, 115
Cherubini, Francesco, 55 e n
Chiappa Mauri, Luisa, 24n, 25n,
27n, 28n, 29n, 30n, 46 e n, 53
Chiaravalli, G., 76 e n
Cicirello, Claudio, 27n
Columbo, Antonio, 35, 73n, 76n,
77, 78, 95n, 113
Comincini, Mario, 27n, 28n, 43n,
56n, 194
Corsi, Maria Luisa, 50 e n
Cristiani, Pierangela, 159n
Darmon, Pierre, 81n

- David, Massimiliano, 20, 21n, 22, 23n
 Davoglio, Guido, 159n
 De Fraja Frangipane, Eugenio, 37n, 64n, 66n, 74n, 145n
 Della Torre, Napoleone, vedi Torriani, Napo
 De Rote, Léon, 95n
 Demangeon, Albert, 89
 Dibdin, William, 105
 Durand-Claye, Alfred, 91n, 96 e n, 97, 98, 99n, 101, 102 e n, 103, 104, 108, 110
 Fantoni, Giuliana, 25n, 26, 27n, 30 e n, 46n
 Essex, lord, vedi Capell, Arthur A.
 Farina, Luciano F., 30n
 Federico II di Svevia, 30n
 Forti, Cesare, 76
 Frankland, Edward, 84 e n, 87n, 92, 93 e n, 94n, 96, 104
 Fumagalli, Angelo, 44, 51
 Galeazzo I Visconti, 29
 Garuti, Gilberto, 196
 Gentile, Antonio, 34, 184
 Gian Galeazzo Visconti, 194
 Haussmann, Georges Eugène, 120, 124
 Hemans, George W., 94
 Hobrecht, James, 107, 108 e n, 109, 110, 111 e n
 Iosa, Antonio, 37n
 Jacini, Stefano, 85 e n
 Jorland, Gérard, 81n
 Labus, Stefano, 107
 Laccetti, Filippo, 74n, 146n
 Latham, Baldwin, 107
 Lavezari, Paolo, 44
 Lazarova, Valentina, 153
 Lecouteux, Édouard, 106n
 Leonardo da Vinci, 121, 124
 Liebig, Justus von, 92, 115, 177
 Littré, Émile, 54 e n
 Malara, Empio, 28n
 Malpei, Francesca, 160n
 Mamoli, Francesca, 27n, 28n, 29n, 30n
 Manaresi, Cesare, 48, 49n, 50n
 Manzi, Giorgio, 106n
 Marrucci, Rosa Auletta, 24n
 Mazzini, Roberto, 159n
 Mendel, Gregor, 177
 Menozzi, Angelo, 70, 86n
 Merli, Gianfranco, 196
 Mille, Auguste, 83n, 84n, 87n, 91n, 92n, 94n, 96 e n, 97, 98, 99n, 101, 102n, 103, 104, 107 e n, 108 e n, 112, 120 e n, 121, 122, 123, 124
 Mitterpacher von Mitterburg, Ludwig, 44 e n
 Moll, Louis, 85n
 Montonati, Valerio, 196
 Monzini, Andrea, 76
 Moretti, Giuseppe, 106n
 Napoleone III, 120
 Occhipinti, Elisa, 50 e n
 Ozano, Bennone de, 47
 Parea, Albino, 113n
 Passerini, Alfredo, 23n
 Passy, Louis, 96n
 Pasteur, Louis, 103, 105
 Pavesi, Angelo, 107n
 Pecchio, Francesco Maria, 58
 Petsche, Albert, 110
 Pini, Gaetano, 107
 Pizza, Francesca, 196
 Poggi, Felice, 17n, 18, 20, 21, 23 e n, 29n, 30, 31n, 32, 35, 36, 63n, 67, 69n, 71n, 72n, 90, 91n
 Prusicki, Marco, 19n, 21n, 29n, 37n, 38, 39, 71n, 187, 194
 Puccinelli, Elena, 155n
 Redondi, Pietro, 195
 Reid, Donald, 81n
 Robson, William, A., 81n

- Romanini, Angiola Maria, 25n
Ronna, Antoine, 84n, 95n
Rose, Laurent Victor de, 100
Rotondi, Ermenegildo, 107n
Rouchy, Charles, 83n, 85n
Salvetat, Cesare, 185, 186, 189, 196
Santoro, Caterina, 48, 49n, 50n
Saussure, Nicolas-Théodore de, 177
Schloesing, Théophile, 83n, 103, 104 e n, 105 e n
Sforza, dinastia, 14, 121, 124
Smith, Southwood, 117
Soresi, Giuseppe, 17 e n, 52n
Spadoni, Giampiero, 34, 184
Spataro, Donato, 88n
Stella, Angelo, 30n
Strampelli, Nazareno, 177
Strohmer, Klaus, 108n
Sudario, Emidio, 74n
Tatti, Luigi, 63
Thompson, Henry S., 93
Torelli, Luigi, 107, 112, 113
Torriani, Napo, 29
Varischi, Arturo, 72
Verga, Andrea, 117
Verri, Pietro, 56, 57n
Vianello, L., 74n
Vilmorin, Henri Lévêque de, 100
Visconti, dinastia, 121, 124
Vittani, Giovanni, 50n
Way, Thomas, 117
Wéry, Paul, 88n, 91n
Wynogradsky, Sergiej, 105 e n
Zuccato, Ettore, 159

QUADERNI

1. *Un best-seller per l'Italia unita. Il bel Paese di Antonio Stoppani*,
a cura di Pietro Redondi
2. *La gomma artificiale. Giulio Natta e i Laboratori Pirelli*,
a cura di Pietro Redondi
3. *Miei piccoli lettori... Letteratura e scienza nel libro per ragazzi tra XIX e XX secolo*,
a cura di Elisa Marazzi
4. *Dalle marcite ai bionutrienti. Passato e futuro dell'utilizzo agricolo delle acque usate di Milano*,
a cura di Maurizio Brown e Pietro Redondi

Finito di stampare
nel mese di novembre 2016
presso Geca Industrie Grafiche
San Giuliano Milanese (MI)