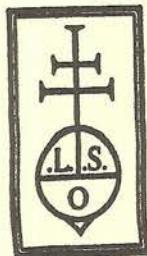


LEONARDO ROMBAI

SCIENZA IDRAULICA E PROBLEMI DELLA REGIMAZIONE
DELLE ACQUE NELLA TOSCANA TARDO-SETTECENTESCA



LEO S. OLSCHKI EDITORE
1996

LEONARDO ROMBAI
Università di Firenze

SCIENZA IDRAULICA E PROBLEMI
DELLA REGIMAZIONE DELLE ACQUE
NELLA TOSCANA TARDO-SETTECENTESCA

1. LA SCIENZA DELLE ACQUE IN TOSCANA: LA MATRICE SPERIMENTALE
GALILEIANA

Nella Toscana dei primi decenni del XVII secolo con il coinvolgimento, sul piano sia teorico che pratico, degli scienziati nella progettazione e gestione delle acque¹ si verificò un indubbio salto di qualità, specialmente in merito alle sistemazioni fluviali. Questo grande problema territoriale, sulla traccia delle intuizioni dei «maestri d'acque» del XVI secolo (fra tutti Leonardo da Vinci e Girolamo di Pace), da allora cominciò ad essere impostato in modo concettualmente corretto, grazie alla consapevolezza che la regimazione dell'Arno e degli altri corsi d'acqua maggiori non poteva essere risolta con rimedi contingenti e settoriali, come i lavori di pura natura idraulica, e per di più parcellizzati alla scala locale, bensì con una operazione di largo respiro che considerasse tutto il fiume e addirittura il bacino idrografico, ad iniziare dai rilievi più alti; si prefigurava così in qualche modo, una vera e propria pianificazione del territorio. Del resto, gli scritti del di Pace, di Bernardino Segni e altri testimoniano che, già alla metà del Cinquecento, si iniziò a far chiarezza sul rapporto di

¹ Nel 1610, infatti, Cosimo II nominò Galileo Galilei suo «primo matematico e filosofo» e dagli anni '30 la progettazione e la direzione o almeno la supervisione delle grandi opere pubbliche, passarono dalle mani dei «pratici» a quelle dei «matematici». Infatti, nel 1641 (prima ancora della morte di Galileo) questo ruolo viene coperto, su raccomandazione dello stesso maestro, da Evangelista Torricelli, e successivamente da Vincenzo Viviani. Cfr. D. BARSANTI, *La scuola idraulica galileiana operante in Toscana*, «Bollettino Storico Pisano», LVIII, 1989, pp. 83-129.

consequenzialità che lega il comportamento di un corso d'acqua, nei tratti di pianura, all'assetto ambientale delle aree montane e collinari del suo bacino, il cui equilibrio veniva sempre più modificato (mediante i diboscamenti e i dissodamenti) dall'azione umana.²

È inutile sottolineare che le proposte di riassetto idrografico dei «maestri d'acque» come il di Pace, che contemplavano un razionale programma di bonifica montana e la necessità di una vera e propria pianificazione globale di bacino, rimasero al livello delle utopie idrauliche, vanificate dai costi delle operazioni proposte, dall'insufficienza delle conoscenze tecnico-scientifiche e dai limiti delle capacità di intervento politico dei granduchi, in un contesto territoriale caoticamente parcellizzato sul piano istituzionale e amministrativo quale era il Granducato.³

Come si è detto, la 'dimensione scientifica' della politica di sistemazione idraulica e della bonifica inizia con il cointeressamento dei matematici operanti nell'Università di Pisa. Il potere politico intese così superare la logica degli interventi «a pioggia», per estendere alle «cose d'acqua» la circolarità di teoria e pratica che è propria della procedura degli scienziati. È noto che le opinioni di Galileo Galilei sulla sistemazione dei corsi d'acqua, espresse nella sua *Lettera sopra il Bisenzio* del 16 gennaio 1630/31, sono contrarie ad ogni spostamento d'alveo e quindi al raddrizzamento e alla canalizzazione che da qualche decennio gli ingegneri granducali stavano eseguendo su larga scala:⁴ regola principale era infatti quella di «lasciare in essere la tortuosità». Semmai il Bisenzio andava allargato, oltre che ripulito nell'alveo e fortificato negli argini «dove rompe»; e «quanto alla tortuosità, se si è alcuna oltremodo cruda, e che con qualche taglio breve, di poco incomodo e danno alle possessioni adiacenti, si possa levare, la leverei, benché il benefizio che si possa ritrarne, non sia di gran rilievo». Questo convincimento era suffragato da precisi riscontri empirici, sia storici che geografici:

in passato si è speso assai e senza frutto [...], si era procurato e fatto allargare con giusta spesa, e con tutto ciò in breve è tornato come prima, e peggio.⁵

² Cfr. L. ROMBAI, *La «politica delle acque» in Toscana. Un profilo storico*, «Rivista Geografica Italiana», XCIX, 1992, pp. 622-623.

³ *Ivi*, p. 623.

⁴ *Relazione sopra il fiume Bisenzio all'Auditore della Camera del Serenissimo Gran Duca*, in Biblioteca Nazionale Centrale di Firenze (BNCF), *Mss. galileiani*, n. 73, parte V, t. III, cc. 3 sgg.

⁵ È edita anche in *Raccolta d'Autori Italiani che trattano del moto dell'acque*, Bologna, Marsigli, vol. III, 1822, pp. 106-123.

La contrarietà a spostare un fiume dal suo letto (sostanzialmente riproposta, al di là degli apprezzamenti di facciata, a proposito del progetto dell'allievo Sigismondo Coccapani del 22 luglio 1631, volto a ridurre l'Arno fra Firenze e Signa a canale navigabile), e la prudenza e il pragmatismo dimostrati nella elaborazione di piani e nell'esecuzione di interventi di ordine ingegneristico, da concretizzare, comunque, solo dopo una meditata e approfondita analisi storica e geografico-cartografica; e, in altri termini, la chiara e coerente consapevolezza della precarietà dei risultati che l'uomo poteva allora ottenere contro le acque divennero autentici assiomi per gli allievi, e un po' anche per gli scienziati che nel XVII secolo si occuparono, stabilmente o saltuariamente, per conto del governo toscano e di altri, delle questioni idrauliche. È il caso soprattutto di Benedetto Castelli, Famiano Michelini e Alfonso Borelli, oltre che dei più noti Torricelli e Viviani;⁶ ma il pragmatismo galileiano venne sostanzialmente fatto proprio — come si vedrà più avanti — anche dai matematici del XVIII secolo (Guido Grandi, Tommaso Perelli, Leonardo Ximenes, Pietro Ferroni) che pure finirono per superare l'angusta formazione originaria e il concetto galileiano di un'idrodinamica ancora legata alla geometria classica con l'innesto dei più originali apporti analitici della ricerca europea e di Daniel Bernouilli in particolare.⁷

Vero è che non mancarono, anche tra gli allievi di Galileo, coloro che non esitarono a smentire, in parte almeno, i principi del maestro: è il caso specialmente di Viviani, lo scienziato che più di ogni altro, non casualmente, fu inquadrato nella burocrazia tecnica, che nella seconda metà del secolo raddrizzò a più riprese il Bisenzio stesso oltre all'Arno nel Valdarno di Sopra. Egli si convinse, da coerente seguace del metodo sperimentale e della conoscenza diretta delle realtà spaziali, che, ove sussisteva la pendenza necessaria, il raddrizzamento del fiume comportava vantaggi di ordine economico («acquisti» di fertili terre per l'agricoltura nelle golene e maggiori possibilità di praticare la navigazione nel canale attrezzato con alzaie e calloni) e di ordine idraulico (diminuendo le resistenze e togliendo la «percossa e corrosione» di una ripa le piene si tenevano più basse e veniva rimossa la causa di altre corrosioni a valle).⁸

⁶ Cfr. D. BARSANTI, *La scuola idraulica* cit., pp. 86 sgg.

⁷ *Ivi*, p. 112.

⁸ Cfr. L. ROMBAI, *La «politica delle acque»* cit. p. 628. Già Benedetto Castelli nel 1624 (e ancora nel 1642) aveva proposto l'escavazione e l'arginazione del Fiume Morto, che allora defluiva nel Serchio, fino al mare, verso il quale esisteva la pendenza necessaria, ma il progetto

Viviani non dimostrò mai, infatti, un'opposizione aprioristica ai tagli e alle canalizzazioni, pur dichiarandosi talora contrario ad essi. Così nel 1679, nella pianura pratese, consigliava di arginare l'Ombrone e i suoi affluenti (Jolo, Torba, Stella, ecc.) e, insieme, sistemare le depressioni circostanti con le piccole colmate mediante le acque di quegli stessi fiumi, nel convincimento che «il più valido e più durabile dei rimedi per sanar le campagne basse che spesso patiscono trabocchi de' lor fiumi, è il rialzarle con le torbide de' medesimi»; il metodo delle piccole colmate era ritenuto assai utile perché così le acque fluviali, chiarificate, avrebbero acquistato un agevole deflusso, riducendo i pericoli di rialzamento degli alvei e quindi di esondazione. Vero è che lo stesso scienziato nel 1691, considerando il problema dei meandri del torrente Vingone, nella pianura fiorentina, che l'ingegnere Giuliano Ciaccheri aveva progettato di tagliare, espresse la sua decisa contrarietà, perché il raddrizzamento avrebbe portato il corso d'acqua a sfociare in Arno in luogo più alto, con uno scavo profondo, dispendioso ed occupante molto suolo fertile. Suggeriva, in alternativa, di fare una minore deviazione, sufficiente a tagliare le maggiori tortuosità, di rialzare alcuni ponti ormai ciechi e di riarginare tutto il vecchio corso, attenuandone la forte corrente con «serre» e «regolatori» murati, e per il resto separare «le acque di monte, che per lo più scendono cariche di materie nocive, dall'acque piovane e chiare del piano».⁹

Ad un orientamento di maggior coerenza si attenne sicuramente il «matematico regio» che successe al Viviani, Guido Grandi, che nel suo *Trattato geometrico del movimento delle acque* del 1723 mise in luce l'incertezza degli interventi di raddrizzamento «perché per i fiumi non erano state ancora trovate cause e regole universali»; anche nel 1735, a proposito dell'annosa questione della bonifica di Fucecchio, sostenne che non era «lecito né commendevole assolutamente il divertire dal naturale suo corso l'acque de' fiumi in alvei diversi artificiosamente scavati».¹⁰

era finalizzato alla regimazione della pianura settentrionale pisana che era «assai soffocata dall'acqua». Anche Famiano Michelini, che pure – nel suo *Trattato della direzione dei fiumi* del 1664 – riconosceva che il corso tortuoso è cosa naturale a tutti i fiumi, non mancava di indicare come operare cambiamenti d'alveo mediante la canalizzazione e la costruzione di palafitte, pignoni, gabbioni, cassoni, scarpe e platee: se attuati e mantenuti sotto lo stretto controllo umano, i raddrizzamenti diventavano, anzi, utilissimi per tenere basse le acque e prevenire le tracimazioni. D. BARSANTI, *La scuola idraulica* cit., pp. 90-91 e 109.

⁹ *Ivi*, p. 118.

¹⁰ D. BARSANTI, *Guido Grandi ingegnere idraulico*, «Rivista di Storia dell'Agricoltura», XXVIII, 1988, pp. 53 e 61.

E, in consonanza con questo convincimento, nel 1737, non esitò a sconsigliare il taglio dell'Arno a valle di Pisa, in località Barbaricina, sul quale Viviani aveva invece espresso un parere favorevole.¹¹

È importante, comunque, sottolineare che lo stesso Viviani, nelle due ampie e sistematiche relazioni scritte per il granduca Cosimo III, nel 1684 e nel 1687, per «difendere» le città e i contadi di Firenze e Pisa «da' riempimenti, dalle corrosioni e dall'inondazioni de' fiumi», in sostanza, anziché puntare sulle canalizzazioni,¹² esponeva un piano generale di sistemazione del bacino dell'Arno, mediante provvedimenti di ordine forestale (come i rimboschimenti o comunque la maggiore osservanza dei divieti di diboscamento stabiliti dalla metà del Cinquecento) e di ordine idraulico (come le sistemazioni idraulico-agrarie orizzontali dei versanti montani e collinari messi a coltivazione, la costruzione di briglie e serre negli alti tronchi fluviali, il rialzamento degli argini e l'allargamento degli alvei dei corsi d'acqua nella pianura, da mantenere sempre sgombri dai depositi naturali e dagli ostacoli artificiali).¹³

Va da sé che di questi piani di sistemazione generale poco venne eseguito fino all'inizio dell'Ottocento, ma in pratica, si creavano le premesse teoriche perché la scienza idraulica diventasse, come in effetti diventò nell'età lorenese, una vera e propria pianificazione territoriale, costituita da un complesso organico di interventi coerenti fra loro.

Nonostante certe posizioni originali che contrastavano con quelle del maestro, in generale però questi scienziati secenteschi e del primo Settecento — così come quelli dell'età illuministica che si richiamavano esplicitamente allo sperimentalismo — si mostraron coerenti con la posizione teorica di Galileo, come dimostra la loro moderata fiducia nella tecnica e nella capacità dell'operatore di risolvere i problemi ambientali, se non si stravolgevano le caratteristiche e gli equilibri essenziali della natura; rifiuto di ogni teorizzazione sistematica per il pessimismo di fondo sulle capacità dell'uomo di scrutare le leggi dell'ambiente fisico e di definire

¹¹ *Ivi*, p. 65.

¹² In proposito, si denunciava a chiare lettere la pratica frammentaria e caotica dei tagli e delle opere di difesa che erano stati realizzati all'Arno e ai suoi tributari, sotto la pressione delle impostazioni fluviali e dei singoli proprietari: interventi eseguiti senza criterio, subito o ben presto distrutti dalle acque o che avevano procurato conseguenze decisamente negative. Invece, anche in questi lavori, andava tenuto per fermo che occorreva procedere in modo regolare dai tronchi superiori a quelli inferiori del corso d'acqua. D. BARSANTI, *La scuola idraulica* cit., p. 125.

¹³ *Ivi*, pp. 119-125.

criteri validi universalmente e immutabili nel tempo; impegno costante e organico nell'indagine empirica svolta sul campo, oltre che nella ricerca storica, al fine di approntare, con ogni cognizione di causa, un quadro conoscitivo globale dal quale poter ricavare il progetto ingegneristico.

Emblematico è quanto scrive, al riguardo, Benedetto Castelli nel 1641: «la buona teorica applicata alla pratica era la vera anima delle sue imprese». ¹⁴

Semmai, più che nelle sistemazioni fluviali, è nel campo della bonifica degli acquitrini che si manifestarono, fra i galileiani, differenziazioni più marcate circa le scelte operative, con fratture non di rado insanabili. In proposito, basta addurre l'esempio significativo delle metodologie di intervento da adottare per la Valdichiana, intorno alle quali si scontrarono Torricelli e Michelini, il primo contrario e il secondo favorevole al progetto di «essiccazione generale» presentato dall'aretino Enea Gaci intorno al 1635. ¹⁵ Vale la pena di ricordare che per Torricelli, quella pianura così estesa, e con così gran quantità di fiumi e fossi che spargevano le acque disordinatamente per «remotissime praterie e pasture», non disponeva della pendenza necessaria per essere fatta scolare in Arno; ma anche se ciò fosse stato possibile, non conveniva attendervi per non recare pregiudizio alle piene d'Arno e di conseguenza a Firenze e a tutto il Valdarno. Semmai, se proprio ci si voleva cimentare in un progetto generale di bonifica, occorreva intraprendere la strada lunga e difficile della regolare colmata dell'intero invaso («per via d'uno sbassamento eguale di tutta quanta la valle a linea retta cominciando dal pelo del terreno al Chiaro di Montepulciano e [...] fino in Arno»). ¹⁶

In ogni caso, nei galileiani pesò sempre la convinzione che le «zone umide» svolgevano una funzione duplice e preziosissima: quella ambientale, in quanto bacini di espansione per le acque superficiali che, se non altro per questa ragione, andavano il più possibile salvaguardati, previo ovviamente il loro risanamento, da perseguire mediante ringiovanimento per canalizzazione e ricambio o «rinfresco» delle acque stagnanti; e quella produttiva, in quanto sorgenti importanti di economia e lavoro. Così, già Benedetto Castelli, nel 1634, aveva rilevato l'incongruenza e la contrad-

¹⁴ B. CASTELLI, *Discorso sopra la laguna di Venezia al sig. Giovanni Basadonna*, in *Raccolta d'Autori Italiani* cit., vol. III, 1822, p. 204.

¹⁵ Cfr. D. BARSANTI e L. ROMBAI, *La «guerra delle acque» in Toscana. Storia delle bonifiche dai Medici alla Riforma Agraria*, Firenze, Medicea, 1986, pp. 97-98.

¹⁶ Cfr. D. BARSANTI, *La scuola idraulica* cit., pp. 106-108.

dittorietà di una politica di bonifica che cercasse di armonizzare lo sfruttamento delle risorse acquatiche con l'espansione dell'agricoltura, perché «pescare e seminare sono due cose che non possono mai stare assieme, pescandosi nell'acqua e seminandosi nella terra».¹⁷ Lo stesso scienziato però, in occasione della visita del 1639 al grande bacino ittico del lago-padule di Bientina, particolarmente degradato, era anche arrivato ad enunciare i postulati di una «riduzione fisica» (per usare la nota espressione coniata da Leonardo Ximenes tra il 1766 e il 1769) avanti la lettera, consistente nella realizzazione di una rete di arginature e canali tale da mantenere sempre in equilibrio il comprensorio umido, ai fini anche di un suo agevole sfruttamento ittico e idroviario. Anche a proposito del lago Trasimeno, Castelli non mancò di suggerire interventi idonei ad evitare il progressivo interramento naturale dell'invaso, intendendo in tal modo risolvere il problema della bonifica.¹⁸

Così Alfonso Borelli, nella sua *Relazione sopra lo Stagno di Pisa*, dedicata negli anni '60 a Ferdinando II, valutando le ipotesi di canalizzazione o colmata del padule di Coltano, ne dichiarava tecnicamente possibile la bonifica parziale, ma sconsigliava la sua eliminazione totale, perché altrimenti si sarebbe tolto un utile «ricettacolo di tutte l'acque della campagna pisana».¹⁹

Anche Viviani era solito ammonire contro i facili entusiasmi di chi proponeva rapide «essiccazioni» e colmate;²⁰ in tale complessa materia predicava invece prudenza. Se si fosse voluto recuperare alla coltivazione stabile gran parte della pianura pisana impaludita e infrigidita — scrive nel 1684 — allora era necessario realizzare «le fecondanti torbide» dei vari fiumi, ma con molta attenzione e nel contesto di un quadro organico d'insieme, da attuare con gradualità e regolarità.

Messe in difesa le terre buone occorre cominciare a colmare per grande altezza e non in fretta, a impresa per impresa, le terre più lontane dal mare ed insieme le più prossime all'Arno cioè le più remote da quelli scoli che debbono

¹⁷ B. CASTELLI, *Lettera a Giovanni Branca*, in *Raccolta d'Autori Italiani* cit., vol. III, pp. 268-269.

¹⁸ D. BARSANTI, *La scuola idraulica* cit., p. 100.

¹⁹ *Ivi*, pp. 112-113.

²⁰ Il «colmaggio» naturale (con le torbide portate da uno o più corsi d'acqua), oppure lo «essiccamento» (mediante escavazione o approfondimento di uno o più canali di scolo) sono i due sistemi di bonifica tradizionalmente adottati in Toscana, talora congiuntamente in uno stesso comprensorio, almeno dall'età comunale. Le due tecniche furono poi teorizzate dai galileiani e soprattutto da Guido Grandi: cfr. D. BARSANTI, *Guido Grandi* cit., p. 50.

ricevere poi le loro acque piovane e di poi l'altre terre di mano in mano per traverso fino ai predetti scoli per continuare con tale ordine a colmare le altre tenute per di sotto che si vanno accostando al mare... [Questo resta l'unico modo] per restituire a Pisa la salubrità dell'aria, la copiosa popolazione e l'antico pregio di essere il granaio della Toscana.²¹

In ogni caso, le operazioni dovevano svolgersi «senza forzare tempi e modi perché non si può con industria ed arte vincer la forza della natura». Considerazione che esprime la concretezza e la ripugnanza tipica del galileiano a modificare le leggi della natura senza prima aver attentamente soppesato le conseguenze dell'intervento, e soprattutto senza avere approntato un quadro di riferimento generale del territorio entro il quale si studiavano le operazioni.

Anche Grandi si mostrò sempre contrario (come Borelli e Viviani per la pianura pisana, Bientina, la Valdinievole e la Valdichiana, pur se non venne mai manifestata da nessuno una opposizione preconcetta alla bonifica, intesa come «essiccazione» o colmata quasi sempre parziale, salvo nel caso dei piccoli acquitrini che potevano essere eliminati senza eccessivi sforzi) alla bonifica generale dei laghi-paduli di Castiglione della Pescaia e di Fucecchio. Addirittura egli arrivò a postulare, con richiami a Galileo e Viviani, che «se i laghi fossero venuti a mancare, sarebbe bisognato con arte scavare de' nuovi»; in ogni caso, asciugato un acquitrino, subito per legge di natura, «ne scaturiva un altro come le teste dell'Idra di Lerna tagliate da Ercole».²²

Così, nel 1715, a proposito del lago-padule di Castiglione della Pescaia, egli scrisse: «non credeva infatti che fosse ben fatto tentare l'impresa di dissecare il lago, perché qualche ricettacolo d'acqua era necessario di mantenersi: bensì conveniva invigilare che non si estendesse più del dovere».²³ E nello stesso anno, nel sottoporre a serrata critica la filosofia d'intervento (all'insegna della frammentarietà delle operazioni e di una destinazione d'uso contraddittoria che in nessun modo poteva armonizzare gli interessi dell'agricoltura con quelli delle attività acquatiche) della bonifica medicea nel comprensorio della Valdinievole e di Fucecchio, spiegava il grave dissesto procurato dalle colmate «egoistiche» e sregolate con il fatto che «la natura non vuole essere ingannata, né

²¹ D. BARSANTI, *La scuola idraulica* cit., pp. 120-121.

²² Cfr. D. BARSANTI, *Guido Grandi* cit., p. 46.

²³ *Ivi*, p. 42.

sopraffatta dall'umana industria, essa sa farsi ragione da sé cercando di recuperare altrove lo spazio perduto». L'unico rimedio era quello di «arrestare di colmare nel padule, solamente ricolmando i terreni lasciati addietro più bassi, con venire avanti regolarmente». La zona umida residua doveva poi essere riportata ad uno stadio giovanile: «non potendo asciugare tutto il lago, era meglio che si mantenesse fresco ed abbondante d'acque per la salubrità dell'aria», oltre che per i tradizionali interessi della pesca e della navigazione.²⁴

Vale la pena di sottolineare che nel 1716, invece, al fine anche di chiarificare le acque dei torrenti che defluivano con gravi danni dalle colline livornesi e pisane, consigliò di estendere la pratica delle piccole colmate nella pianura pisana, ma solo alla Lavoria di Collesalvetti, alla Risaia e al paduleto di Guinceri, salvaguardando ad ogni costo i vasti stagni di Coltano.²⁵

Il limite di fondo, autentica costante nel lungo periodo che vide l'impegno teorico e pratico dei galileiani, più che dalle carenze scientifiche e tecniche era dato dalla sostanziale inadeguatezza legislativa e amministrativa in materia di «politica delle acque». Mancarono sempre, infatti, anche per lunga parte dell'età lorenese, un quadro normativo d'insieme e un unico ente di gestione o, quanto meno, vari livelli istituzionali gerarchicamente armonizzati tra loro. In effetti, la strozzatura più vistosa era di ordine istituzionale e riguardava la frammentazione delle competenze tradizionalmente esistente sui corsi d'acqua e sui comprensori palustri, intorno ai quali si scontravano le figure e gli interessi, spesso differenziati, dei proprietari terrieri non organizzati e di quelli coattivamente strutturati nelle «imposizioni» idrauliche che, quasi mai, erano dimensionate sull'intero fiume o circondario, delle comunità e degli altri livelli ed organi dell'amministrazione – da quelli provinciali (vicariati) a quelli statali (Capitani di Parte, Uffici Fiumi e Fossi, ecc.) – ai quali spettava l'onere della manutenzione delle acque superficiali.

Tale frammentazione e conflittualità non venne mai risolta, mediante la gestione di un singolo sistema idraulico da parte di un'unica amministrazione dotata di poteri adeguati. Se ciò avvenne, fu in via del tutto eccezionale, relativamente a due grandi «zone umide» fatte oggetto di colossali interventi di bonifica. È il caso della pianura di Grosseto, ove,

²⁴ *Ivi*, p. 61.

²⁵ *Ivi*, pp. 45-46.

fra il 1766 e il 1776, Leonardo Ximenes, con la sua Deputazione, ottenne dal sovrano poteri straordinari, ma incontrò tali e tante resistenze da parte dei vari livelli istituzionali che avevano giurisdizione sul territorio e degli stessi proprietari, da essere di fatto impedito nella realizzazione del suo progetto di «riduzione fisica».²⁶ Ed è, soprattutto, il caso della Valdichiana, ove Vittorio Fossombroni, con l'analoga Sovrintendenza operante come un ministero decentrato, grazie alle innegabili doti di 'politico' e all'aperto sostegno dei granduchi, poté stroncare l'opposizione di enti e privati e far decollare finalmente la sua «colmata generale».²⁷ Negli altri comprensori di bonifica (Bientina, Fucecchio e Valdinievole, pianure pisane) rimase, invece, sostanzialmente immutato il caotico sistema della parcellizzazione e sovrapposizione delle competenze e degli interventi, anche se i governi lorenesi, soprattutto sotto il principato di Pietro Leopoldo, decisero di procedere in prima persona, con ben altra decisione rispetto al passato, alle operazioni bonificatrici, investendovi parte cospicua del bilancio pubblico; salvo poi rifarsi sulla proprietà privata, generalmente grande e assenteistica, mediante contributi determinati sull'accrescimento di valore dei fondi al termine dell'azione miglioratrice.

Un altro dei fattori storici negativi per il successo delle operazioni di regimazione fluviale e di bonifica in Toscana fu rappresentato dalle critiche condizioni nelle quali si trovarono per tutta l'età moderna le aree montane e collinari sotto il profilo forestale; la situazione era destinata ad aggravarsi particolarmente dopo l'abrogazione delle leggi vincolistiche emanate dai Medici a partire dal 1559, decisa da Pietro Leopoldo fra il 1776 e il 1780, in coerenza con i suoi convinti orientamenti liberistici. Di sicuro, fino almeno all'Ottocento inoltrato, non vennero intrapresi veri e propri interventi di rimboschimento nelle aree più degradate dalla forte pressione demica, e neppure si diffusero su larghe estensioni le sistemazioni idraulico-agrarie di colle, nonostante fossero ben noti alla pratica e alla scienza agronomica del tempo i loro effetti positivi sulla stabilità del suolo, sul regime dei corsi d'acqua e sulla stessa produttività agraria dei terreni.

²⁶ Cfr. D. BARSANTI e L. ROMBAI, *Leonardo Ximenes, uno scienziato nella Toscana lorenese del Settecento*, Firenze, Medicea, 1987, pp. 66-79.

²⁷ Cfr. I. BIAGIANTI, *Vittorio Fossombroni, fra idraulica e politica*, «Rivista di Storia dell'Agricoltura», XXVIII, 1988, pp. 179-214.

2. LE SISTEMAZIONI FLUVIALI

Tutti gli scienziati che, nel XVIII secolo, si occuparono dei lavori di sistemazione valliva dei corsi d'acqua, in modo sempre più spazialmente diffuso e frequente, si richiamarono (sia pure in maniera diversa) alle acquisizioni della scienza idraulica toscana di matrice galileiana.

Così continuò ad essere praticato il raddrizzamento dei fiumi, mediante il restringimento dell'alveo e il taglio delle tortuosità e dei meandri, con la conseguente arginatura entro due rive fisse e stabili, difese da piantate di pioppi («alberete») e di altre specie arboree e arbustive dette «posticce». Gli interventi più grandi vennero eseguiti sull'Arno, specialmente nella pianura pisana: dopo quelli già attuati su proposta di Vincenzo Viviani e Cornelio Meyer del 1684, spicca il grande intervento del Perelli del 1770 a valle di Pisa, in località Barbaricina, nonostante il parere negativo espresso a suo tempo dal maestro Grandi. La canalizzazione continuò ad essere considerata come l'operazione canonica per eccellenza, per eliminare la corrosione delle sponde e l'ostacolo al libero scorrimento delle acque.²⁸ Insieme, si proseguì la pratica di realizzazione delle piccole colmate, tramite le quali i proprietari privati frontisti potevano recuperare all'agricoltura spazi non esigui e potenzialmente molto fertili negli aperti fondovalle e nelle pianure solcate dall'Arno e dagli altri corsi d'acqua maggiori e minori.

Vale la pena di sottolineare che le operazioni di canalizzazione fluviale – così come la costruzione degli antifossi per le acque «chiare» o «basse» di pioggia – furono sempre considerate efficaci anche per togliere parte dei depositi solidi dai fiumi. Lo stesso Ferroni, nella sua relazione del 1774 relativa alla visita effettuata l'anno precedente nella pianura pisana,²⁹ non mancava di progettare il sistematico raddrizzamento dell'Arno, accompagnato dalla costruzione (a contenere le aree golenali) di «contr'argini laterali», ove indirizzare parte delle sue acque torbide a fini di «fertilizzazione dei già isteriliti terreni» depressi, e da utilizzare pure come solide linee difensive contro le esondazioni.

²⁸ Su tutta la questione cfr. D. BARSANTI, *La figura e l'opera di Tommaso Perelli (1704-83), matematico e professore di astronomia all'Università di Pisa*, «Bollettino Storico Pisano», LVII, 1988, pp. 70-71.

²⁹ La *Relazione generale*, dedicata a Pietro Leopoldo, è nell'Archivio di Stato di Pisa (ASP), Ufficio Fiumi e Fossi, n. 3683: questa importante fonte, trafugata nel primo Novecento, è stata ricollocata nel 1993.

In corrispondenza delle strozzature determinate — oltre che dalla vegetazione spontanea, dai depositi alluvionali e talora da manufatti costruiti illegalmente dai proprietari o agricoltori confinanti (che andavano ovviamente rimossi) — specialmente dalle pile e dalle arcate dei ponti, si procedette a periodici interventi di escavazione degli alvei e di rialzamento delle stesse strutture di passaggio. Anche l'alzamento e l'irrobustimento delle arginature (da raggiungere con la costruzione di «pigne» e «scarpe» in muratura e più spesso di «gabbioni» o «pescaie» in legname con rinforzo di terra e sassi di fiume) rimasero procedure costanti fino ai nostri giorni, al fine di ridurre i pericoli delle «rotture» e dei «trabocchi» delle piene fluviali.

Di sicuro, realizzando — sotto la crescente pressione degli interessi economici pubblici e privati — queste opere non si prestò la dovuta attenzione al problema negativo che scaturì dalle canalizzazioni e dall'eliminazione delle fasce goleinali, vale a dire l'aumento della velocità delle acque che finì per determinare fenomeni tali di corrosione delle nuove sponde e di approfondimento dell'alveo, da richiedere una incessante opera di manutenzione, ripristino e consolidamento.³⁰

In generale si deve sottolineare che alle logiche della politica venne in qualche modo sacrificata una importante acquisizione della scienza cinque-secentesca, vale a dire la chiara individuazione del rapporto consequenziale che lega le terre basse a quelle alte in un sistema unitario quale la valle e più ancora il bacino idrografico. E ciò nonostante che nella seconda metà del Settecento la 'questione forestale' assumesse (come si vedrà più oltre) un ruolo centrale anche all'interno del dibattito scientifico-idraulico, per le sue evidenti implicazioni di ordine idrogeologico e dunque per i riflessi sui processi bonificatori e sulle sistemazioni fluviali.

Così Perelli, nella sua *Relazione intorno all'Arno dentro la città di Firenze* del 1759,³¹ scaturita dal dibattito sulle gravi inondazioni del 1740 e del 1758, sostenne che i rimedi dovevano essere ricercati non tanto negli interventi di ordine idraulico (come il rialzamento degli argini) ma in una legislazione rigorosa che frenasse il diboscamento montano e il dissodamento agrario dei versanti delle montagne e delle colline, processi che erano tradizionalmente attuati senza l'esecuzione di opere di sistema-

³⁰ Cfr. L. ROMBAI, *La «politica delle acque» in Toscana* cit., p. 626.

³¹ È edita nella *Raccolta d'Autori Italiani* cit., vol. X, 1826, pp. 129-149. Sulla questione v. D. BARSANTI, *La figura e l'opera di Tommaso Perelli* cit., pp. 59-69.

zione del suolo che valessero a rallentare lo scorrimento delle acque piovane e il trasporto a valle dei materiali di erosione.

La più consapevole e coerente posizione sugli aspetti generali del problema appartiene a Ferroni, sia pure pervenuta in vari saggi del primo Ottocento, a partire da quello *Sulle piantagioni regolari e sul rinselvamento degli Appennini* scritto nel 1803.³² L'opera, basata su un vasto apparato critico che esalta la profonda cultura umanistica e, insieme, l'esemplare aggiornamento scientifico dell'autore, prende il via dalla considerazione dei gravissimi guasti arrecati dalle leggi liberistiche pietroleopoldine alle montagne, in larga parte già depauperate della copertura arborea, con effetti devastanti (per l'azione erosiva delle acque dilavanti) sull'ambiente. Ferroni arriva a proporre regolari e massicci interventi di rimboschimento da fare eseguire soprattutto ai monaci degli ordini vallombrosano e camaldolense che avevano dato buone prove come esperti e oculati selvicoltori e la costruzione di «serre traversanti» sui corsi d'acqua (negli alti bacini imbriferi); in apparente contraddizione con quanto sostenuto fino ad ora, arriva però a riconoscere l'utilità del maggior carico di depositi solidi trasportato dai fiumi, ai fini del riassetto delle pianure, dove erano in atto le colmate («e vorrei posto tutto il suolo toscano in colmata»), pur opponendosi sempre e coerentemente «all'eccessivo diboscamento».

Specificamente dedicato alla sistemazione del più grande fiume toscano appare un altro saggio ferroniano, le *Ricerche idrometriche sul fiume Arno* del 1822,³³ con il quale si affronta, con il consueto metodo di analisi storica e geografica, il problema degli interventi eseguiti fin dall'età romana e soprattutto da quella comunale in poi (arginature e altre «difese», pescaie, tagli e canalizzazioni, diversivi, ponti con cateratte), per difendere Firenze dalle piene e per sfruttare le cospicue valenze

³² È edito negli «Atti dei Georgofili», VI, 1810, pp. 252-280. Da notare che Ferroni tornerà sull'argomento nel 1807 con la memoria *Sul taglio delle macchie alpine* (edita sempre negli «Atti dei Georgofili», VIII, 1817, pp. 249-266), in cui si mette in risalto, con ben altra consapevolezza critica, il disastro idrogeologico in atto nei versanti appenninici, con conseguenze rovinose anche sui pascoli (e quindi con diminuzione del bestiame e del concime): occorreva voltar pagina, approvando una legislazione che tornasse a tutelare la montagna, e affidando agli ordini monastici la forestazione delle denudate pendici, e infine facilitando «sempre più l'istruzione agraria», da diffondere fra tutte le classi della popolazione. Cfr. L. ROMBAI, *Pietro Ferroni, «matematico regio». Ascesa e declino di un territorialista illuminato nella Toscana lorenese*, «Rivista di Storia dell'Agricoltura», XXVIII, 1988, pp. 100-101.

³³ È edito nella «Continuazione degli Atti dell'Accademia dei Georgofili», IV, 1825, pp. 283-309.

idriche, motrici e idroviarie del corso d'acqua. Vi si sostiene con forza la teoria che quasi tutte le catastrofi potevano essere evitate se si fosse rigorosamente impedito l'indiscriminato diboscamento dell'Appennino «per farvi ronchi, bruciaticci, seminagioni effimere». Contrariamente a quanto sostenuto dal Viviani, ritiene (suffragato dalle idee di Perelli) che il sovralluvionamento progressivo del letto fluviale sia stato, tutto sommato, modesto e «molto lento» (un braccio per secolo e non tre, come comunemente si credeva). E in futuro il rialzamento dell'alveo avrebbe potuto rallentare, se si fosse provveduto finalmente all'attuazione di un progetto d'insieme prevedente il rimboschimento dei versanti appenninici, la diffusione delle «arature per traverso e non alla china» nelle colline, la costruzione di «serre, argini traversi, ciglioni e gradini sull'erta dei poggi, regolari colmate nelle valli», e finalmente il riporto di «tutte le fogne e acque putride e chiare della città a sfociare in Arno più basse e lontane dall'abitato»: insomma, un complesso di interventi di cui è doveroso sottolineare la modernità di concezione, la lungimiranza e l'attualità.

Vale la pena di ricordare che, mentre gli idraulici Perelli e Ferroni, così come Ximenes, furono coerentemente contrari all'abolizione dei vincoli relativi al taglio dei boschi appenninici, invece lo scienziato e politico Vittorio Fossombroni sostenne le convinte motivazioni liberistiche espresse dalla commissione istituita da Pietro Leopoldo nel 1773 (i cui elementi di spicco furono gli scienziati economisti Marco Lastri e Giovan Battista Pagnini) che venivano recepite dall'editto del 24 ottobre 1780.³⁴ È corretto pensare che a questo orientamento fossombrionario non fosse estranea la consapevolezza che la liberalizzazione dei tagli e dei dissodamenti sarebbe stata perfettamente funzionale alla ottimale riuscita delle colmate in atto un po' in tutte le pianure interne e che dal 1789 sarebbero state estese a tutta la Valdichiana umida.

3. LE IDROVIE

In considerazione dello stato deplorevole in cui versava la rete stradale, nei secoli dell'età moderna furono rivitalizzate e ampliate le

³⁴ Cfr. M. P. PAOLI e R. GRAGLIA, *Marco Lastri: aritmetica politica e statistica demografica nella Toscana del '700*, «Annali della Fondazione Luigi Einaudi», XII, 1978, p. 201; R. PASTA, *Scienza, politica e rivoluzione. L'opera di Giovanni Fabbroni (1752-1822) intellettuale e funzionario al servizio dei Lorena*, Firenze, Olschki, 1989, pp. 519-526.

idrovie esistenti nella Toscana settentrionale, grazie anche agli interventi di raddrizzamento e canalizzazione dei vari corsi d'acqua che vennero pure dotati di «alzaie» e «calloni».

L'Arno — dalla sua foce o almeno da Pisa fino a Ponte a Signa e «in tempi di piogge» fino a Firenze — divenne così la più importante arteria in assoluto, in quanto più rapida ed economica della terrestre via Pisana: sui «navicelli» transitavano infatti i più conspicui flussi commerciali che legavano i centri rivieraschi a stretti rapporti funzionali con gran parte della Toscana, con l'Italia padana (mediante le strade transappenniniche che facevano capo a Signa e Firenze) e con gli scali mediterranei e atlantici tramite il porto di Livorno. E al principale fiume toscano, fra Cinque e Seicento, fece capo una rete idroviaria abbastanza fitta per collegare l'asse Livorno-Pisa-Firenze con Lucca, la Valdinievole e Pistoia: essa era costituita dai canali di Ripafratta (Pisa-Serchio) e dei Navicelli (Livorno-Pisa), dagli emissari dei laghi paduli di Bientina e Fucecchio (rispettivamente i fossi Serezza, che proseguiva poi per Altopascio, e Usciana), dal basso corso dell'Ombrone Pistoiese fino a Poggio a Caiano. Nel secolo XVII vennero rispettivamente costruite *ex novo*, o significativamente potenziate, anche due autentiche «vie dei grani», come il Navigante maremmano, collegante Grosseto con lo scalo di Castiglione della Pescaia attraverso l'omonimo lago-padule, e il Canale Maestro della Chiana che arrivò a raccordare longitudinalmente tutta la valle dal territorio di Chiusi ad Arezzo.

Non fu invece possibile estendere a monte di Signa la navigazione arnina, nonostante i progetti che fecero seguito all'audace e grandioso proposito vinciano, riproposto nel 1558 dall'ingegnere di Cosimo I di Pace. Per il tratto Firenze-Signa, basti ricordare che nel 1631 il galileiano Coccapani ottenne dal granduca Cosimo II il compito di studiare il progetto di ridurre l'Arno in un vero e proprio canale navigabile. Il trattatello inedito *Sopra il ridurre il fiume Arno in canale* offre pure indicazioni valide per la sistemazione idraulica di un fiume, con l'eliminazione dei renai, la costruzione degli argini, di pescaie e pignoni, l'esecuzione dei raddrizzamenti ecc. Successivamente (a più riprese, ma con maggiore decisione nel 1773) il progetto venne invano riproposto dai tre «matematici» Perelli, Ximenes e Ferroni, per trasformare il vecchio Fosso Macinante o delle Mulina, dalla pescaia fiorentina di Ognissanti alla confluenza dell'Ombrone in Arno, in un canale navigante, al fine di

rimediare al difetto della navigazione per Arno, la quale durante l'estate restava interrotta.³⁵

Con questo, altri progetti erano destinati a rimanere confinati tra le utopie idrauliche, come il piano elaborato nella prima metà del XVIII secolo da un imprenditore pratese, per costruire il «navigante di Prato» dall'Ombrone a Cafaggio, «approfondendo e ampliando gore e canali già esistenti e convogliandovi le acque di cui era ricca la zona»;³⁶ i progetti, presentati a più riprese nei secoli XVII-XVIII, di costruzioni idroviarie che collegassero il litorale tirrenico con gli opifici siderurgici statali della Maremma, come Cecina, Caldana di Campiglia Marittima, Valpiana di Massa Marittima e soprattutto Follonica. Per quest'ultimo opificio spicca il piano di Ferroni per ridurre l'emissario del lago-padule di Scarlino (vale a dire il canale del Puntone) a porto-canale «a maggior comodo e vantaggio del forno, ferriera e magazzino adiacenti».³⁷

I tre matematici che servirono i governi della Reggenza e di Pietro Leopoldo non mancarono di finalizzare i loro studi alla razionalizzazione e allargamento delle idrovie interne. Ximenes si adoperò per sviluppare la navigazione nei laghi-paduli di Bientina e di Castiglione della Pescaia, ove costruì, rispettivamente negli anni '60 e '70, le nuove idrovie del Canale Imperiale e del Navigante Grossetano; non mancò neppure di progettare, nel 1776, la riduzione a navigabile dell'Ombrone Grossetano nel tratto tra la foce e Campagnatico e nel 1773 (ma l'idea gli era già venuta nel 1754) la riduzione del vecchio Canale delle Mulina da Firenze alla confluenza in Arno dell'Ombrone Pistoiese, onde superare le difficoltà stagionali che i navicelli incontravano a monte di Ponte a Signa.³⁸

Anche Perelli, nel suo progetto di bonifica della Valdichiana del 1769, optò per soluzioni tecniche che non avrebbero comportato l'inter-

³⁵ Su tutta la questione cfr. L. ROMBAI, *La «politica delle acque»* cit., pp. 643-647; e, per i progetti tardo-settecenteschi sull'Arno, D. BARSANTI, *La figura e l'opera di Tommaso Perelli* cit., 1988, pp. 73-74. Vale la pena di ricordare che già nel 1703-4, l'ingegnere Felice Innocenzo Ramponi progettò di rendere navigabile l'Arno nel Valdarno di Sopra. Cfr. G. TARTARO, *La canalizzazione dell'Arno nel Valdarno Superiore. Un intervento sul territorio del XVIII secolo*, «Quaderno n. 2 del Centro Studi e Documentazione del Valdarno Superiore, Montevarchi», 1989, pp. 8-14.

³⁶ Cfr. L. ROMBAI, *L'assetto del territorio*, in AA. VV., *Prato storia di una città*, vol. 2, *Un microcosmo in movimento (1494-1815)*, a cura di E. Fasano Guarini, Firenze, Le Monnier, 1986, pp. 22-23.

³⁷ L. ROMBAI, *Pietro Ferroni* cit., p. 93.

³⁸ D. BARSANTI e L. ROMBAI, *Leonardo Ximenes* cit., *passim*.

ruzione delle pratiche idroviarie sulla Chiana.³⁹ Lo stesso scienziato nell'ottobre 1773 fu consultato dalla Segreteria di Finanze del governo toscano circa il progetto Ferroni di trasformare in Navigante Fiorentino il vecchio Fosso Macinante.⁴⁰ Egli evidenziava che simile idea non era nuova, lui stesso fin dal 1760 l'aveva proposta al Botta Adorno «per rimediare al difetto della navigazione per Arno, la quale durante la estate nel tratto compreso fra la Pescaia di Ognissanti e lo Stretto della Gonfolina restava interrotta». Nella circostanza egli correggeva, con ulteriori misurazioni delle pendenze, il progetto Ferroni, che come al solito risultava « pieno di troppe parole e discorsi superflui»; non condivideva il passaggio del canale nelle acque torbide del Bisenzio; preferiva in tal caso un pontecanale murato sopraelevato e quindi un «sostegno». Pertanto la spesa preventivata saliva a circa 100.000 scudi e diveniva decisamente elevata anche se ogni inverno ed ogni estate arrivavano sull'Arno da Livorno e Pisa, rispettivamente 1600 e 600 navicelli carichi. Eppure il Canale Navigante appariva troppo «utile al commercio interno ed esterno della Toscana» e il sovrano doveva pensare, più che all'esborso finanziario, alle convenienze sociali dell'intera operazione, che avrebbe occupato schiere di braccianti nei lavori di scavo e molti più navicellai nei trasporti fluviali.⁴¹

E Ferroni, nella memoria *Delle comunicazioni interne dei popoli della Toscana* del 1801,⁴² espone la sua idea di fondo sul rilevante valore attribuito alle idrovie e al commercio idroviario: in ogni caso andava promossa la «circolazione interna» facendo perno sull'Arno, la cui vallata rappresentava «la principale via di traffico in Toscana» per il fascio delle strade che la seguivano o la intersecavano. Di conseguenza, alle strade dovevano essere privilegiate le idrovie, in quanto qui il trasporto delle merci era più economico, «nella proporzione di 137 a 1» (sic), rispetto alle vie di terra; dovevano essere costruiti canali navigabili ovunque fosse possibile, come in destra d'Arno da Firenze fino all'Ombrone Pistoiese e a Signa e fra Laterina e Incisa nel Valdarno di Sopra, e soprattutto migliorati quelli esistenti (di Ripafratta, dei Navicelli, del Navigante

³⁹ D. BARSANTI, *La figura e l'opera di Tommaso Perelli* cit., p. 69.

⁴⁰ Archivio dell'Accademia delle Arti del Disegno di Firenze (AAADF), Archivio Manetti, f. 1, ins. 2, cc. 78-92, *Rapporto di Perelli concernente la navigazione dell'Arno da Signa fino a Firenze per mezzo di un canale laterale*, 13 ottobre 1773.

⁴¹ D. BARSANTI, *La figura e l'opera di Tommaso Perelli* cit., pp. 73-74.

⁴² È edita negli «Atti dei Georgofili», VI, 1810, pp. 93-125, 252-280 e 446-448.

Grossetano, di quelli dei laghi-paduli di Bientina e Fucecchio). Anche vari affluenti (Sieve, Corsalone, Staggia, Elsa, ecc.) dell'Arno medesimo potevano essere ridotti navigabili.

Proprio per salvaguardare l'uso idroviario dell'Arno e del lago-padule di Bientina, Ferroni giudicò «pregiudiciale al Gran Ducato l'esecuzione del Progetto del Nuovo Ozzeri, sì mediante la Botte sotto il Serchio, sì mediante la Botte sott'Arno», secondo le alternative elaborate rispettivamente da Ximenes e Perelli per l'essiccazione della grande zona umida. Egli non mancò, infatti, di sottolineare il grande rilievo assunto dagli interessi geo-economici:

una delle maggiori ricchezze del Gran Ducato consiste nella navigazione dell'Arno. Questo fiume può dirsi il tronco maestro del commercio dei sudditi, e per tal causa la Valle dell'Arno superiore e inferiore vedesi la più popolata e la più ricca della Toscana. Le valli dei fiumi attirano sempre presso di sé in ogni luogo ed età il nervo della popolazione, specialmente allora che furono navigabili e additarono qui la via del commercio. Tutto tende a scendere vers'Arno il frutto industriale del Gran Ducato; e forse, chi sà, la valle di questo fiume maggiore deve congiungersi un giorno per mezzo di una linea traversa, che valichi la criniera dell'Appennino, con la Val di Montone, ed unire i due mari, Mediterraneo e Adriatico.

Essendo già allora «scarso di acque perenni e non sempre navigabile con profitto, lo scopo dell'Economia Pubblica dovrà essere quello di agevolarne la navigazione o col richiamo di nuove acque tributarie, o colla surroga ai tronchi del fiume di più acconci canali, anziché l'altro di privarlo d'acqua».

Il problema era di «regolare» il lago di Bientina (restringendolo inevitabilmente di estensione) per renderlo «innocuo» per le campagne granducali, e per conservarne la navigazione internamente e per Arno e da lì per i canali dei Navicelli per Livorno e di Ripafratta per Bagni S. Giuliano. Costruendo il Nuovo Ozzeri, di sicuro «si perderebbe la navigazione nel Canale Imperiale e nella Serezza e nel Lago, e non poca parte della navigazione d'Arno nei mesi di somma magrezza da S. Giovanni alla Vena a Pisa, e quindi da Pisa a Livorno, unico Emporio del Gran Ducato». Di più, il Nuovo Ozzeri vanificherebbe l'idea di «spingere avanti la Fossa Navereccia dell'Altopascio questo ramo di navigazione mediterranea, congiungendo mediante un canale di comunicazione i due laghi di Bientina e di Fucecchio in beneficio non tanto della Valdinievole quanto della Regia Via Pistoiese»; senza contare gli accresciuti pericoli di

inondazione dei «piani bassi» di Vecchiano, Migliarino e dell'intera pianura settentrionale di Pisa da una parte, «e della pianura meridionale dall'altra».⁴³

Vale la pena di rilevare che il progetto ferroniano di sistemazione dell'area prevedeva la costruzione (da parte di Lucca) di un «nuovo Fosso Navigabile parallelo all'Ozzeri» da portare nel canale di Ripafratta al fine di rinvigorirlo di acque, in modo che anche i lucchesi potessero godere «del comodo di una non interrotta navigazione da Pisa a Lucca». Anche l'emissario di Bientina, il Canale Imperiale, doveva essere proseguito sulla destra dell'Arno «fino alle Zambre riunite di Calci e Monte Magno a Caprona», con ulteriore vantaggio per il suo uso idroviario.⁴⁴

Queste relazioni ferroniane, insieme con l'altra *Relazione sopra la Fossa Navareccia di Montecarlo e Altopascio* del 23 luglio 1773 — ricostruita nel 1731, dall'imboccatura del lago di Bientina fino alla Marginetta dell'Altopascio, per una lunghezza di 2160 braccia (doveva essere approfondita e resa facilmente navigabile durante tutto l'anno, a vantaggio del commercio «dell'intera Provincia di Valdinievole, di tutto il Distretto Pistoiese e di altrove»)⁴⁵ — e il *Compendio dei principali ragionamenti ed operazioni proposte nella relazione idrometrica sul Navigante Fiorentino insieme col calcolo economico che con evidenza quasi geometrica ne dimostra il vantaggio* del 18 febbraio 1773,⁴⁶ dimostrano in maniera esemplare l'importanza data dal matematico alle idrovie, vero «volano di sviluppo» del commercio e dell'intera economia toscana.

Di sicuro, quest'ultimo nuovo canale avrebbe garantito una navigazione libera e spedita da Pisa (e da Livorno mediante il Canale dei Navicelli) a Firenze, apportando così un vantaggio notevolissimo a tutta quanta la fiorente e fertile conca fiorentina e offrendo un decisivo impulso alle piccole attività industriali e all'artigianato sorti nella pianura, corrispondente a «quel tronco maestro da cui se ne dirama tant'altri, che ne congiunge la più florida parte con uno dei più celebri porti del Mare Mediterraneo, cioè con una delle men trascurabili branche dell'attuale commercio europeo». Purtroppo questo piano non venne approvato da

⁴³ Su tutta la questione v. L. ROMBAI, *Pietro Ferroni* cit., p. 131.

⁴⁴ Cfr. le varie memorie del 1783 conservate nell'Archivio di Stato di Firenze (ASF), *Finanze ante 1788*, n. 781 e in ASP, *Ufficio Fiumi e Fossi*, n. 3682, ins. 384.

⁴⁵ BNCF, *Fondo Nazionale*, ins. II-151, ins. 8, cc. 32-41.

⁴⁶ AAADF, *Fondo Manetti*, f. I, ins. 2, cc. 64-76. Da notare che le memorie di Perelli e di Ximenes sono conservate nello stesso inserto, rispettivamente alle cc. 78-92 e 93-102.

Pietro Leopoldo: fu sostanzialmente ripreso dagli ingegneri francesi nel 1811, ma la caduta dell'Impero napoleonico impedì la realizzazione pratica del Navigante Fiorentino.⁴⁷

Nel 1778-80, Ferroni studiò anche la possibilità di rinvigorire la navigazione in Valdichiana mediante la deviazione di parte delle acque del lago Trasimeno nel Canale Maestro,⁴⁸ tuttavia il trionfo del 'partito della colmata' su quello della bonifica «per canalizzazione» finì gradualmente per minare ogni possibilità di conservazione della navigazione interna: intorno alla fine del Settecento la pratica idroviaria era praticamente in disuso in Maremma e in Valdichiana e, alla metà dell'Ottocento, anche i canali esistenti nei comprensori umidi di Bientina e Fucecchio non erano più passibili di una vera e propria navigazione commerciale. La costruzione della ferrovia Leopolda (1848) era destinata a produrre, col tempo, la definitiva scomparsa della navigazione arnina.

4. LA BONIFICA DELLE ZONE UMIDE

La serie delle applicazioni teorico-pratiche della bonifica nell'epoca lorenese si apre con l'annoso problema della sistemazione della pianura pisana. Dopo averne attentamente studiato il complicato e dissestato assetto, mediante i documenti storici e la ricognizione visiva, affiancata da un'opera continua di misurazione e rilevamento, nel 1740 Perelli mostrava una apprezzabile cautela: infatti, egli escludeva ogni possibilità di bonifica integrale per colmata o per essiccazione e, senza rinunciare pregiudizialmente all'uno o all'altro metodo, si limitava a suggerire, per le varie zone, il tipo di intervento più appropriato, con una sapiente combinazione di canalizzazione e colmate (queste ultime da attuare con i torrenti Tora, Ugione e Cigna); insieme, contemplava la considerazione di una politica di incentivi che portasse la proprietà privata ad assecondare gli interventi pubblici, sia nel settore idraulico che in quello della colonizzazione agricola.⁴⁹

Anche per la sistemazione della Valdichiana, durante la visita effettuata insieme a Pietro Leopoldo e a Ximenes nel 1769, Perelli – nel

⁴⁷ ASF, *Ministero delle Finanze*, n. 516, carte varie.

⁴⁸ L. CALZOLAI e L. ROMBAI, *Gli interventi sul territorio nel secolo XVIII*, in AA.VV., *La Toscana dei Lorena nelle mappe dell'Archivio di Stato di Praga. Memorie e immagini di un Granducato*, ed. Ministero per i Beni Culturali e Ambientali, Pisa, Pacini, 1991, p. 87.

⁴⁹ Cfr. D. BARSANTI, *La figura e l'opera di Tommaso Perelli* cit., p. 51.

contrastare con fermezza i propositi di «essiccazione» dello scienziato gesuita, attuabili mediante lo sprofondamento del Canale Maestro e della Chiusa dei Monaci — manifestava una posizione decisamente cauta che si conciliava con le colmate parziali allora in corso e con la salvaguardia della navigazione sulla Chiana; ma, soprattutto, ribadiva l'utilità della funzione di «cassa di espansione» delle acque che il fondovalle da secoli svolgeva, a difesa di Firenze dalle inondazioni. In alternativa al progetto del rivale fiorentino, lo scienziato pisano si limitava a proporre un complesso di interventi di manutenzione e di canalizzazioni di minore impegno che venne approvato dal sovrano, anch'egli preoccupato dai rischi delle inondazioni a Firenze che potevano essere causate dall'improvviso riversamento in Arno di tutte le acque chianine.⁵⁰

Invece lo stesso Perelli arrivò nel 1740 a progettare la bonifica pressoché definitiva del comprensorio di Bientina, per la quale — in considerazione dell'impossibilità di elevare i terreni depressi con le colmate, per la vastissima superficie interessata, per i contrasti secolari con lo Stato Lucchese e per la «varietà di padronati», oltre che per la lentezza e la dispendiosità di una simile operazione, che avrebbe tra l'altro richiesto un continuo rafforzamento e rialzamento degli argini — propose la costruzione di un nuovo canale emissario autonomo dall'Arno, sottopassante il fiume in botte e da condurre poi a Calambrone e in mare poco a nord di Livorno, e ciò per diminuire i rischi delle inondazioni arnine per Pisa e la bassa pianura.⁵¹

Per la bonifica del grande lago-padule di Castiglione della Pescaia poi, nel 1766, quando la «riduzione fisica» ximeniana stava per essere avviata, Perelli non esitava a considerare una via diversa atta a risolvere radicalmente il problema: la colmata, che avrebbe dovuto «interessare l'intero bacino lacustre». Per lui, infatti, «l'asciugamento dei terreni» di questo vasto comprensorio «è impossibile per altro mezzo che per quello delle colmate, giacché l'escavazione delle fosse riesce totalmente inutile, conforme sarebbe vano per asciugare una quantità di spugna inzuppata d'acque delle quali fosse ricoperto il pavimento di una stanza, il toglierne una fila nel mezzo o in qualche altro sito benché più basso». Erano due modi diversi di concepire la bonifica statale: per Ximenes essa doveva salvaguardare il più possibile ambienti ed economie preesistenti ed insie-

⁵⁰ *Ivi*, p. 69.

⁵¹ Questo progetto, che anticipava di un secolo quello realizzato da Alessandro Manetti, venne poi ribadito nel 1767: *ivi*, pp. 49 e 68.

me dare lavoro ad una manodopera disoccupata in periodi di carestia; per Perelli, invece, doveva comportare la definitiva sistemazione territoriale con trasformazioni radicali, senza avventurarsi in imprese troppo complicate, dispendiose ed incerte nell'esito.⁵²

Più coerente risulta la filosofia d'intervento di Ximenes nei numerosi casi di bonifica nei quali egli si trovò coinvolto. In sintesi, egli concepisce la bonifica come risanamento dell'aria e dell'ambiente, mediante la tecnica — già sperimentata nel 1741 con apparente successo, a Viareggio dal veneto Bernardino Zendrini — della «separazione delle acque» dolci interne da quelle salse marine o termali, con la costruzione di ponti dotati di cateratte mobili sugli emissari delle zone umide.

Il gesuita arrivò a progettare e ad eseguire, ricorrendo al metodo della canalizzazione o, più raramente, della colmata, diverse operazioni di bonifica integrale di piccole zone umide — tra le altre, quelle del paduleto di Pian del Lago presso Siena di proprietà Sergardi, ma il cui progetto di «essiccazione» fu approvato dal governo nella seconda metà degli anni '60 e realizzato successivamente dal rivale Ferroni; di Bolgheri e dei vicini pantani costieri della Maremma Settentrionale, il cui prosciugamento fu progettato insieme da Ximenes e dall'amico lucchese Attilio Arnolfini nel 1776 e prontamente messo in pratica mediante l'apertura di vari brevi canali diretti al mare, dal proprietario Camillo della Gherardesca; di Ghirlanda presso Massa Marittima, la cui «essiccazione» per mezzo di un condotto sotterraneo venne progettata nel 1770 ed eseguita tra il 1773 e il 1776; di Montecchio presso Pontedera, di proprietà della Certosa di Pisa, ove a partire dal 1772 Ximenes realizzò una «colmata viva» con la deviazione di parte delle acque dell'Arno⁵³ — quando fu pienamente convinto della loro convenienza per una serie di fattori concomitanti, quali l'utilità economica e sanitaria dei lavori e soprattutto la loro facile e non costosa eseguibilità in rapporto alle condizioni dell'ambiente e della rete idrografica.

⁵² *Ivi*, pp. 65-66. Le due memorie sono in ASF, *Finanze ante 1788*, n. 748, ins. 21, *Estratto della relazione di T. Perelli* (cc. 6) e *Riflessioni sopra i lavori proposti intorno al lago di Castiglione di T. Perelli*, 15 novembre 1766 (cc. 7).

⁵³ Altri piani o operazioni furono prodotti negli anni '70 relativamente al paduleto di Luco nel piano di Rosia (Siena) e di Motrone presso Pietrasanta, che avrebbero dovuto essere «essiccati»; e a vari acquitrini della Valdichiana (a Foiano) e delle pianure pisane (a S. Rossore e nei pressi del Fosso Reale) che potevano essere colmati. Cfr. D. BARSANTI e L. ROMBAI, *Leonardo Ximenes* cit., pp. 44 sgg.

In ogni caso, è certo che il sistema ovunque (almeno nelle vaste aree come la pianura bolognese-romagnola, la piana di Lucca e Bientina, le pianure grossetana e pisana, la Valdichiana) preferito da Ximenes fu l'intervento capillare sulla rete dei canali immissari ed emissari, funzionale non al prosciugamento dei grandi laghi e paduli, ma alla loro conservazione mediante la «regolazione», la sola pratica che poteva procurarne il ringiovanimento fisico-ambientale e il risanamento igienico. La ragione di fondo di questo orientamento — che oggi può essere considerato lungimirante, ma che venne fieramente avversato a cavallo tra Sette e Ottocento — consiste nella loro considerazione, secondo tradizione, quali utili strutture polivalenti in grado di fornire cospicui redditi e importanti servizi sociali, come ricchi centri di pesca, di caccia di vegetazione palustre, comode idrovie per i commerci, provvidenziali bacini di raccolta ed espansione delle acque superficiali, ecc. Il problema era di procurare loro un adeguato rinnovo per evitare eccessivi ristagni d'acqua morta nell'inverno e altrettanto nocive restrizioni superficiali estive, che lasciando all'asciutto pesci, alghe, erbe e insetti si credeva procurassero putrefazioni a loro volta generanti esalazioni pestilenziali («miasmi») e quindi malaria.

Simile idea, però, se quasi sempre era condivisa da chi da secoli si era abituato a convivere con il paludismo, come la sparuta popolazione locale che temeva, con una bonifica più incisiva, di perdere i modesti redditi connessi con gli ancestrali diritti di uso civico in materia di caccia, pesca, ecc., non lo era in genere dai grandi proprietari fondiari (che invece desideravano radicali risanamenti e colmate di terreni da sottoporre ad un regolare ciclo produttivo), né dagli abitanti delle aree vicine ma non direttamente interessate allo sfruttamento economico dei bacini palustri, che volevano la risoluzione definitiva del problema malarico.

La bonifica ximeniana, infatti si configurò quasi sempre come un coerente intervento di canalizzazione, mediante l'apertura di una funzionale rete di fossi capace di garantire lo smaltimento delle acque tramite grandiose fabbriche di bocchette o cateratte a portoni, ma comportò sempre le colmate di limitate superfici come le «paduline» delle gronde periferiche, in funzione della colonizzazione agricola: è ciò che avvenne nella «intrigatissima» (per il tradizionale disaccordo con la Repubblica di Lucca cui apparteneva il settore settentrionale del bacino) esperienza di Bientina, ove tra il 1756 e il 1763 vennero scavati numerosi canali, fra i quali quello Navigante Imperiale con le sue monumentali fabbriche delle cateratte, senza però che si raggiungesse un assetto idraulico equilibrato.

Tanto che, a più riprese e fino al 1782, lo stesso Ximenes studiò invano una soluzione alternativa che consentisse di far defluire le acque non verso l'Arno (dal livello superiore per il naturale processo di sovralluvionamento), bensì mediante un nuovo emissario chiamato Rogio-Ozzeri o Nuovo Ozzeri, a nord verso il Serchio o, meglio, il lago di Massaciuccoli e il porto-canale di Viareggio.

Le stesse teorie vennero applicate nella «riduzione fisica» della pianura grossetana dal 1766 al 1780, comportante la realizzazione di canali naviganti e di scolo, di fabbriche delle cateratte e di strutture per la pesca, di «essiccazioni» e colmate parziali, ma anche di acquedotti e strade, di provvedimenti di sostegno economico-sociale e di mobilizzazione fondiaria, funzionali al risanamento ambientale e al risorgimento demografico e produttivo dell'area; obiettivi che tardarono a manifestarsi, tanto che fin dal 1774-76 il sovrano rallentò prima e interruppe poi i finanziamenti al matematico che dovette limitarsi, fino all'esonero del 1781, alla manutenzione delle opere esistenti senza poter completare il suo piano.

La concezione della bonifica ximeniana era quindi globale, a suo modo potremmo definirla anche 'integrale' e — nonostante gli innegabili fallimenti pratici di molte iniziative del gesuita — fortemente correlata con la realtà economica degli anni precedenti la forte crescita demografica che investì anche il Granducato. È indubbio infatti che, forse più di ogni altro idraulico della sua generazione, si rendeva conto dell'estrema importanza che aveva la pesca d'acqua dolce nell'alimentazione umana e dell'estrema economicità dei trasporti via acqua in zone prive di qualsiasi rete viaria carrozzabile e in tempi in cui la maggior parte delle merci viaggiava sui fiumi. Altrettanto valida era la sua idea che la bonifica, per quanto complessiva e allargata a tutte le sue interdipendenze socio-economiche, dovesse cominciare dalla sistemazione fisica del territorio: perché, era solito ripetere, «dove l'uomo non può vivere muore con lui l'agricoltura, il commercio, l'industria, la popolazione e quanto altro produce il sano vivere della razza dell'uomo». ⁵⁴

Rispetto ai suoi scritti teorici e alle realizzazioni pratiche precedenti, con la *Memoria dell'utilità o inutilità delle arginature dei fiumi e dei laghi*, presentata nel 1777 ad un concorso dell'Accademia dei Georgofili,⁵⁵ Ximenes assumeva una posizione più equilibrata fra canalizzazione e

⁵⁴ *Ivi*, pp. 50-51.

⁵⁵ È edita negli «Atti dei Georgofili», I, 1791, pp. 196-302.

colmata e portava come esempio tipico di quest'ultima proprio quella di Montecchio e l'altra di Foiano, nella fattoria omonima in Valdichiana della Religione di S. Stefano (ove la colmata viva era stata alimentata dalle torbe del torrente Esse, deviato nella cassa con tutta la propria portata). In Valdichiana e nella campagna pisana le colmate potevano essere davvero «potenti e benefiche operazioni idrauliche» proprio perché fatte in zone prive di sufficiente scolo naturale. Era anche questa la conclusione di approfonditi sopralluoghi, di lunghe e ripetute visite e misurazioni, oltre che (probabilmente) dei risultati non esaltanti della esperienza della «fisica riduzione» a Bientina e in Maremma.

Non a caso, se nel 1769, allorché accompagnò Pietro Leopoldo e il Perelli, adombò la possibilità di una bonifica pressoché definitiva del comprensorio chianino, mediante ricorso alla tecnica della «essiccazione» già ideata dal Gaci nel secolo precedente (e cioè, grazie all'abbassamento della Chiusa dei Monaci e all'approfondimento del Canale Maestro per favorire il deflusso delle acque), progetto presto vanificato dalle idee dello scienziato rivale e del granduca;⁵⁶ intorno alla metà degli anni '70, lo scienziato gesuita (per la sistemazione idraulica della pianura pisana, della quale si era più volte occupato a partire dal 1757) arrivò a sostenere, sempre in polemica con Perelli che proponeva l'approfondimento del Fosso Reale, la maggior praticabilità ed economicità delle colmate che avrebbero dovuto essere allargate gradualmente a tutti i terreni del Faldo e del Polverone; senza che i lavori eseguiti riuscissero, comunque, a risolvere il problema di un equilibrio storicamente precario.

Quanto a Pietro Ferroni, egli si trovò ad elaborare, per la prima volta, un progetto generale di bonifica per un comprensorio di grande estensione, quale la pianura pisana, nel 1774, dopo la minuziosa visita fatta nell'autunno precedente per cercare di risolvere i cronici problemi di deflusso delle acque; come si è già ricordato, i sopralluoghi e la lunghissima memoria al sovrano stesa nel settembre 1774 si basarono scrupolosamente anche su «tutti i voluminosi progetti [con speciale riguardo per quelli di Viviani e Perelli] comparsi fin ora per liberare questa vasta campagna dalle inondazioni continue» e renderla così «gradatamente abitabile colla maggior sicurezza».

⁵⁶ Cfr. D. BARSANTI e L. ROMBAI, *La «guerra delle acque»* cit., pp. 10 sgg.; PIETRO LEOPOLDO D'ASBURGO LORENA, *Relazioni sul governo della Toscana*, a cura di A. Salvestrini, Firenze, Olschki, vol. II, 1970, pp. 226 sgg.

La filosofia del progetto e dell'intervento era quella di «ridurre tutte l'operazioni idrometriche all'unità di un sistema», avendo «sempre presente tutto il complesso anche dei più minimi rapporti, da cui può forse dipendere il felice o l'infelice successo dell'una o dell'altra operazione idrometrica». In conclusione, lo scienziato fiorentino programmò la sistemazione e l'armonizzazione generale della rete dei canali esistenti e l'escavazione di qualche altro elemento, insieme con la diffusione graduale delle colmate dei piccoli acquitrini non come si faceva da due secoli, in modo squilibrato, ma seguendo l'ordinata successione geografica, dall'interno al mare, delle operazioni che appariva necessaria per «la sistematica esecuzione d'un regolare alzamento della superficie delle superiori campagne». E ciò non solo per procurare fertili terreni all'agricoltura, ma anche e soprattutto per impiegare in modo razionale e utile le torbide contenute in quantità ingente in fiumi e torrenti; queste, depositandosi nei recinti delle colmate, avrebbero impedito sia il frequente interramento e rialzo dei loro letti, con le conseguenti abituali e rovinose esondazioni che rendevano «funesto» l'assetto geponico dell'area, sia l'avanzata della linea di costa e l'interramento del porto di Livorno. Le colmate avrebbero dovuto estendersi anche alle «lame» interdunali del tombolo di Pisa e S. Rossore, risparmiando però le più grandi zone umide (Coltano, Stagno e Padule Maggiore), in considerazione della loro positiva funzione di casse di espansione e quindi di registratori di un comprensorio troppo depresso e presentante l'anomalia di diverse pendenze. Queste difficoltà morfologiche non potevano essere vinte dall'azione, sia pure lenta, delle colmate, verso le quali Ferroni non esita, comunque, ad esprimere un convinto elogio: «se la superficie di queste inferiori campagne potesse rialzarsi col mezzo dell'espansione dell'acque dei torbidi fiumi [...], quale il vantaggio della popolazione pisana, qual l'aumento della ricchezza del Piano, quale il miglioramento dell'atmosfera che provasi sempre pericolosa ed infesta fino ad una rimarchevole distanza dagli ampi ricettacoli stessi dell'acque stagnanti.»⁵⁷

In altri termini, l'esperienza diretta, più che gli orientamenti teorici, faceva esprimere a Ferroni il convincimento che, per addivenire al «più sicuro regolamento dell'acque» del basso Valdarno, occorreva una sapiente combinazione dei due metodi tradizionali della bonifica e che «i

⁵⁷ La memoria già citata è in ASP, *Ufficio Fiumi e Fossi*, n. 3683.

principi delle colmate», con il lento ma «benefico spaglio delle torbe», si armonizzavano perfettamente con gli interventi della canalizzazione.

Col passare degli anni, però Ferroni, pur nel quadro della sua abituale visione pragmatica, accolse nella sostanza molti degli orientamenti della «riduzione fisica» ximeniana. Infatti, nell'unica memoria organica sull'argomento, intitolata *Sulla bonificazione dei laghi e paduli* del 1805,⁵⁸ il matematico fiorentino, partendo dal presupposto che non sia conveniente procedere ad una bonifica generalizzata delle aree umide (tanto meno mediante adozione del metodo della «essiccazione» o canalizzazione, caro a Ximenes, che spesso lascia i terreni prosciugati come «infrigiditi» e poco o per niente adatti alla coltivazione), molte delle quali dovrebbero essere anzi salvaguardate per la loro valenza ittica, idroviaria e idrogeologica, sostiene con forza e con coerenza la sua avversione agli schemi teorici precostituiti, valorizzando sempre il principio della necessità di seri studi globali di ogni comprensorio. Questi dovevano accertare la possibilità di poter attuare o meno la bonifica per colmata, o meglio ancora la bonifica mista, come la più produttiva e la più idonea a garantire il risanamento igienico del territorio. In via preliminare occorreva che l'idrometra studiasse («passeggiandolo» e descrivendolo geometricamente) l'ambito spaziale interessato all'azione bonificatrice, nelle sue componenti naturali (come la capacità colmante dei corsi d'acqua, le pendenze della pianura, la natura dei terreni, l'origine degli acquitrini) e umane (regime della proprietà, assetto economico-produttivo), e solo dopo l'analisi passasse ad elaborare il progetto, rifondendo in questo teoria scientifica ed esperienza empirica.

Anche l'erudita memoria *Sulle Maremme* (edita nel 1823)⁵⁹ affronta il tema della bonifica idraulica e più ancora «politica»: riguardo a quest'ultimo, si espone infatti l'idea (che avrà notevole fortuna negli anni successivi) che «non è dal centro dell'infezione – come insegna la sfortunata esperienza ximeniana – d'un paese malsano che debbono avere incominciamento le operazioni o politiche o idrauliche conducenti a popolarlo e sanarlo, ma dai confini [collinari, «così come felicemente sperimentato in Valdichiana e così come aveva cominciato a fare Pietro Leopoldo, partendo da Castelnuovo della Misericordia sopra e dal Monte Amiata sotto», mediante la divisione dei latifondi e la moltiplicazione dei proprietari]

⁵⁸ È edita negli «Atti dei Georgofili», VIII, 1817, p. 80-106.

⁵⁹ È edita nella «Continuazione degli Atti dell'Accademia dei Georgofili», III, 1823, pp. 314-326.

piuttosto di luoghi popolati e già sani», per poi spostarsi per cerchi concentrici verso le colline costiere e le pianure infette.

Se andiamo a verificare il progetto feroniano steso fra il 1775 – allorché fece parte della commissione d'inchiesta che bocciò le operazioni ximeniane – e il 1781, quando subentrò ufficialmente al gesuita, ci accorgiamo però che Ferroni cercò (per la pianura grossetana, il vero «ventre molle» della Maremma), sia pure inutilmente, una via di mezzo, tra la colmata globale e il mantenimento integrale degli specchi d'acqua per rivitalizzarvi la pesca e la navigazione interna; in altri termini egli sostenne «la necessità di un sistema idraulico meno complicato di quello ximeniano, anzi il più semplice sistema possibile e che abbia per base l'esperienza, altrimenti le operazioni essendo troppo composte e dipendendo la permanenza di esse da un delicato concerto, non si sostengono in una provincia dove incomincia lentamente a risorgere la popolazione e l'industria». Così, mentre proponeva lavori un po' in tutti i comprensori palustri, dal Massetano al Capalbiese, comprese ben presto che non era possibile ricorrere ad una colmata di grande estensione dell'invaso di Castiglione: nel 1781 il nostro matematico sperimentò la tecnica della colmata parziale nelle gronde occidentali del lago, ma l'acqua dell'Ombro-ne (derivata in località Pedata del Granduca a sud di Grosseto) «tornò addirittura indietro, perché il bacino palustre era in quel punto più alto dell'alveo fluviale». Questi errori tecnici (che derivavano dalla difficoltà di addivenire preliminarmente ad una precisa livellazione morfologica con raffigurazione cartografica del territorio) gli parvero tanto insormontabili da indurlo a ripensare ben presto – come si ricava dalla sua memoria del 5 aprile 1784 – ad una «sistematizzazione del padule a pescaia d'acqua dolce» alla comacchiese;⁶⁰ era ciò che aveva pensato, tanti anni prima, Ximenes e ciò che pensavano, in quelli stessi anni, altri ingegneri idraulici, tra i quali il perugino Serafino Calindri.

Illuminanti appaiono anche le memorie (scaturite dalle numerose visite) sul bacino del lago-padule di Bientina, al fine di arrivare a risolvere

⁶⁰ ASF, *Segreteria di Gabinetto Appendice*, n. 230, ins. 2. In un'altra memoria del 2 gennaio 1781, Ferroni propone che il demanio statale riassuma direttamente la gestione della pesca alla scadenza (il 9 ottobre 1785) della concessione fatta al bolognese capitano Francesco Martini: il che fu fatto con Protocollo Pontenani del 7 giugno 1785 n. 18 (ASF, *Finanze ante bonifica maremmana da Pietro Leopoldo al governo provvisorio toscano*, in AA.VV., *Agricoltura e società nella Maremma Grossetana dell'Ottocento*, Firenze, Olschki, 1980, pp. 41-42 e D. BARSANTI e L. ROMBAI, *La «guerra delle acque»* cit., p. 125).

il difficile problema della bonifica, dopo i non eccelsi e soprattutto non duraturi risultati prodotti dalla «riduzione fisica» ximeniana. In varie relazioni del 1780 sottolinea, infatti, come gli unici miglioramenti si fossero avuti nel piano compreso tra la Serezza Nuova Lucchese e il Monte Pisano, per effetto delle «colmate naturali» del Rio di Buti e degli altri corsi d'acqua minori. Passando al progetto di sistemazione (che non poté avere pratica attuazione per i tradizionali contrasti fra Granducato e Stato di Lucca), ci accorgiamo che questo non prevedeva né colmate, né «essiccazioni» generali, bensì interventi di pura canalizzazione, sia nel versante lucchese che in quello arnino, funzionali anche alla rivitalizzazione della navigazione, specialmente da Lucca a Pisa per il Canale di Ripafratta.⁶¹

Ma è soprattutto nella bonifica del lago-padule di Fucecchio e nella sistemazione generale della Valdinievole che Ferroni ottenne i risultati più vistosi, attenendosi sostanzialmente agli orientamenti della 'scuola idraulica' toscana che si ricollegava allo sperimentalismo galileiano. Questa operazione (progettata e realizzata nel 1780-83), con la demolizione del callone di Ponte a Cappiano, intese conservare la zona umida, pur ridimensionata nelle sue «gronde» periferiche, acquisite stabilmente all'agricoltura mediante le colmate, al fine di salvaguardare le importanti funzioni idrogeologiche e idroviarie. La valle venne rapidamente risanata; grazie alla costruzione di strade, di case coloniche e interi «borghi di bonifica» (oltre che delle terme di Montecatini), all'abolizione delle «privative» granducali (di pesca e caccia, di navigazione e di raccolta della vegetazione palustre) e all'allivellazione delle fattorie delle R. Possessioni, in pochi anni la Valdinievole pianeggiante divenne uno dei principali «assi forti» della Toscana settentrionale, fondamentale area di raccordo tra Livorno, Pisa, il Valdarno di Sotto e la Padania.⁶²

Vale la pena di rilevare che anche il bolognese Pio Fantoni, che fra gli anni '80 e '90 fu al servizio dei Lorena, non si discostò significativamente dalle teorie e dalle tecniche dei toscani. Ad esempio, per il lago di

⁶¹ Tutte le memorie (con altra non firmata e datata, ma probabilmente anch'essa del 1783 dal titolo *Dubbi sopra il Piano di Operazioni Idrauliche per ottenere la massima depressione del Lago di Sesto e Nuova Proposizione per conseguirla sicuramente*, che appare assai simile a quella del 15 gennaio 1783) sono in ASF, *Finanze ante 1788*, n. 781. Un *Progetto sul Canale Imperiale emissario del Padule di Bientina* (probabilmente anch'esso del 1783, proponendo il prolungamento sottomonte in destra d'Arno del Canale e la sua confluenza nel fiume all'altezza di Zambra) è in ASP, *Ufficio Fiumi e Fossi*, n. 3682, ins. 384.

⁶² Cfr. L. ROMBAI, *Pietro Ferroni* cit., pp. 119-120.

Castiglione della Pescaia, dopo aver svolto «un'accuratissima ispezione» nell'aprile-maggio 1788, espresse (nella sua «ben dettagliata relazione» al sovrano scritta alla fine dello stesso anno, e la corrispondenza di orientamenti con il contemporaneo progetto del Fossombroni per la Valdichiana non pare per niente casuale)⁶³ l'opinione che il sistema migliore per risolvere definitivamente il problema della bonifica nella pianura grossetana fosse quello della colmata generale del lago-padule, mediante la deviazione integrale del corso dell'Ombrone in località le Bucacce, presso Istia, che avrebbe fatto guadagnare vaste estensioni di fertile terreno all'agricoltura. Fin qui la teoria, ma le difficoltà tecniche e i costi apparirono talmente elevati allo scienziato bolognese da convincerlo a sconsigliare Pietro Leopoldo dal mettere in pratica, nell'immediato, il piano, che quarant'anni dopo venne criticato «come frutto di inesperienza e di superficialità» dal Fossombroni; costui aveva progettato (ed iniziato dalla fine del 1828) la colmata, con utilizzazione parziale delle acque d'Ombrone, da deviare da due luoghi a valle di Bucacce. E ciò, per aver riconosciuto «che le stesse fisiche leggi, che prosperarono la Val di Chiana, dovevano applicarsi alla Maremma».⁶⁴

A proposito di questo comprensorio interno che vide arridere alla bonifica sette-ottocentesca il successo più pieno, è noto che spetta a Vittorio Fossombroni il merito di aver saputo e voluto risolvere, con le sue celebri *Memorie idraulico-storiche sopra la Val di Chiana* del 1789,⁶⁵ il problema della sistemazione delle acque e del territorio, mediante la «gran colmata» (teorizzata già da Torricelli) che doveva invertire «la giacitura di un'intera provincia, insieme colla direzione di tutti i suoi scoli e fiumi», dopo aver restituito ai terreni la necessaria pendenza da sud verso nord.⁶⁶

Vale la pena di rilevare che Pietro Leopoldo, appena insediato a Firenze poté disporre di due matematici di grande valore (Perelli e Ximenes) e dal 1770 addirittura di tre scienziati, per l'aggiunta del giovane Ferroni, prestati a tempo pieno alla pubblica amministrazione; negli anni '80, poi, il decesso di Perelli e l'esautoramento di Ximenes

⁶³ E non è neppure un caso che nell'estate 1790, allorché fu incaricato da Pietro Leopoldo (già imperatore a Vienna) di arbitrare la controversia nata fra il Fossombroni e il Ferroni intorno alla sistemazione delle acque della Valdichiana, Fantoni manifestasse «un'opinione concorde» con il primo. Cfr. R.G. SALVADORI, *Pio Fantoni idraulico italiano del Settecento*, «Rivista di Storia dell'Agricoltura», XXVIII, 1988, p. 173.

⁶⁴ Cfr. *ivi*, pp. 170-173 e I. BIAGIANTI, *Vittorio Fossombroni* cit., p. 211.

⁶⁵ Furono edite a Firenze, Stamperia Cambiagi, 1789.

⁶⁶ Cfr. I. BIAGIANTI, *Vittorio Fossombroni* cit., pp. 184 sgg.

vennero compensati con l'impiego (sempre subordinato, comunque, fino al 1790, rispetto al ruolo del Ferroni) di Fantoni e Fossombroni. Grazie a questa larga disponibilità di scienziati, il sovrano poté così mettere in piedi una singolare procedura di 'controllo incrociato' dei progetti e degli operati, degna di uno stato di polizia, ma che gli consentì di gestire con efficacia il complesso e oneroso settore della «politica delle acque» e, più in generale, dei lavori pubblici. Ovviamente, il granduca intendeva pure controllare questi «grandi commessi» che concentravano nelle loro mani il potere della «manipolazione del territorio»: si spiegano, così, l'invidia di cui essi furono sempre oggetto e i conflitti personali o di gruppo che fecero cadere in disgrazia, rapidamente, prima Ximenes (tra il 1774 e il 1776) e poi Ferroni (nel 1790). In entrambi i casi, lo scienziato fu attaccato e sconfitto, più che sul piano professionale, sul piano politico e morale, vale a dire nello scivoloso rapporto fra affari e politica, connaturato (per così dire) con la programmazione delle opere pubbliche.⁶⁷

In effetti, tutti gli idraulici del XVIII secolo — ma il discorso potrebbe essere allargato ad altri scienziati e tecnici loro contemporanei, quali l'ingegnere e cartografo Ferdinando Morozzi⁶⁸ e il naturalista viaggiatore Giovanni Targioni Tozzetti⁶⁹ — si mostraron all'altezza dei più celebri «matematici» italiani, come Frisi, Lorgna e Boscovich, come dimostrano i numerosi riconoscimenti accademici, anche internazionali, e le continue committenze loro rivolte da molti stati dell'Italia centro-settentrionale. Di sicuro, essi manifestarono sempre l'apertura mentale di non limitare la loro attenzione agli aspetti tecnico-scientifici dei fenomeni e delle situazioni particolari, ma di considerare il contesto più generale del territorio nel quale quelli si iscrivevano, con l'intreccio delle strutture e degli avvenimenti di ordine giuridico, economico, sociale: in altri termini,

⁶⁷ L. ROMBAI, *Scienza, tecnica e cultura del territorio nella Toscana dell'Illuminismo*, in AA.VV., *Il territorio pistoiese e i Lorena tra '700 e '800: viabilità e bonifiche*, a cura di I. Tognarini, Napoli, ESI, 1990, p. 73.

⁶⁸ Di lui si fa apprezzare soprattutto il trattato *Dello stato antico e moderno del fiume Arno*, Firenze, Stecchi, 1762-66, 2 voll. Cfr. R. FRANCOVICH, *Materiali per una storia della cartografia toscana: la vita e l'opera di Ferdinando Morozzi (1723-1785)*, «Ricerche Storiche», VI, 1976, pp. 445-512, e G. OREFICE, *Ferdinando Morozzi architetto e ingegnere toscano (1723-1785)*, Firenze, Alinea, 1988.

⁶⁹ Fra tutte le sue opere, si vedano le celeberrime *Relazioni d'alcuni viaggi fatti in diverse parti della Toscana*, Firenze, Stamp. Imperiale, 1751-54¹, 6 voll. e 1768-78², 12 voll., e i meno noti *Ragionamento sopra le cause e sopra i rimedi dell'insalubrità d'aria della Valdinievole*, Firenze, Stamp. Imperiale, 1761, 2 voll. e *Disamina d'alcuni progetti fatti nel secolo XVI per salvar Firenze dalle inondazioni d'Arno*, Firenze, Cambiagi, 1767. Cfr. T. ARRIGONI, *Uno scienziato nella Toscana del Settecento: Giovanni Targioni Tozzetti*, Firenze, Gonnelli, 1987.

il loro non fu solo l'approccio dell'ingegnere e/o dell'architetto, e dell'idraulico, bensì anche del geografo, cioè 'del filosofo' che riesce ad operare con metodi interdisciplinari e problematici, grazie ad una formazione culturale compiutamente illuministica. Insofferenti degli schemi teorici precostituiti, essi tennero presente come modello Galileo; e al metodo sperimentale — alla necessità di dover procedere per gradi, come pazienti e metodici ricercatori, convinti di poter ricavare la teoria dall'analisi dei fenomeni naturali e territoriali — furono sempre fedeli, sia nelle opere teoriche che in quelle applicative, nelle quali è facile apprezzare la sistematicità e insieme l'ordine, la chiarezza, la precisione e la semplicità dell'argomentazione, dell'esposizione e del linguaggio.

Non mancarono di curare il loro aggiornamento scientifico attraverso la fitta corrispondenza con i principali scienziati francesi e l'approvvigionamento di giornali, riviste e opere a stampa di ogni genere; mediante gli stessi canali riuscirono sempre a procurarsi la strumentazione tecnica — anche la più sofisticata — occorrente per il lavoro 'in campagna' e 'a tavolino', come tavolette pretoriane e teodoliti, livelle e barometri.⁷⁰

Ovviamente, nessuno dei nostri scienziati — come dimostrano, specialmente, i casi esemplari delle misurazioni e delle valutazioni dei tempi o delle scelte tecniche di Ximenes a Bientina e a Castiglione della Pescaia, di Ferroni sempre a Castiglione, di Perelli e Fossombroni in Valdichiana — fu esente da errori, soprattutto per la 'variabile malaria', sicuramente il nemico più potente per 'l'uomo dell'acquitrino', in quanto invincibile fino allo scadere dell'Ottocento. È probabilmente sulla questione del risanamento igienico, piuttosto che sulla progettazione idraulica e sul modello di bonifica applicato ai comprensori palustri, che i matematici dell'età pietroleopoldina commisero l'errore di valutazione più grossolano, pur tenendo conto dell'imperfezione degli strumenti, e quindi della non compiuta precisione delle livellazioni e dei profili reali delle pendenze e della conformazione altimetrica delle pianure, dai quali doveva dipendere strettamente il successo delle canalizzazioni e delle colmate effettuate.⁷¹

Comunque, sia Perelli, Ximenes e Ferroni, sia Fantoni e Fossombroni dimostrarono come il «matematico regio» dello Stato doveva essere in grado di cimentarsi in opere di rilevante impegno e passare poi indifferentemente a compiti decisamente più modesti o di ordinaria *routine*. Insom-

⁷⁰ Cfr. D. BARSANTI e L. ROMBAI, *Leonardo Ximenes* cit., pp. 17-18; L. ROMBAI, *Pietro Ferroni* cit., pp. 96, 107 e 113.

⁷¹ Cfr. L. ROMBAI, *Scienza, tecnica e cultura del territorio* cit., pp. 90-91.

ma, lo scienziato del granduca doveva saper progettare o eseguire qualsiasi lavoro d'interesse pubblico (e anche privato) nei più disparati settori dell'assetto territoriale: dal singolo edificio alla città, dalla regimazione fluviale alla bonifica degli acquitrini, dalla viabilità ai ponti, dai canali navigabili alle fognature urbane, dalle sistemazioni idraulico-agrarie di colle e di piano alla definizione delle confinazioni esterne e delle maglie amministrative e giudiziarie interne. Doveva saper basare i suoi calcoli tecnici sulle cognizioni proprie delle 'scienze esatte' e naturalistiche (matematica, geometria, fisica, idraulica, meccanica e statica, geologia, climatologia) e trattare insieme problemi dell'organizzazione economico-produttiva (agricoltura, opifici e miniere, commercio e dogane) e socio-sanitaria del paese.

Per poter far questo, lo scienziato-operatore territoriale doveva necessariamente possedere una cultura tecnica e una cultura umanistica assai ampie, e insieme una penetrante capacità di percezione dei più diversi problemi territoriali: questa cultura geografica globale, evidentemente, gli derivava dalla lunga pratica di osservare con la massima cura il territorio in questione, al fine di cogliere appieno le caratteristiche d'insieme e particolari (con i bisogni di natura ambientale e/o sociale) e di riconoscere in esso, come in un palinsesto, 'i segni' della storia sotto forma di manufatti idraulici, ecc. In genere, questa laboriosa fase propositiva d'interventi appare anche la conseguenza di una altrettanto approfondita verifica storica degli assetti geografici del passato e delle opere tecniche realizzate in precedenza, grazie allo studio comparativo dei documenti scritti e cartografici conservati negli archivi o inseriti nelle opere a stampa.

Così, in forma ben più sistematica rispetto agli idraulici del passato (come Viviani e Grandi), Perelli e il matematico scolopio Odoardo Corsini nel 1740 e nel 1742 fecero un uso sorprendentemente moderno delle fonti storiche per studiare i complessi problemi della bonifica delle pianure pisane e della Valdichiana.⁷²

Lo stesso fecondo metodo di analisi storica, legata strettamente a quella geografica, fu utilizzato da Ximenes nelle memorie dedicate, nel 1765 e nel 1769, alla bonifica delle pianure bolognese e grossetana e nel

⁷² Cfr., rispettivamente, T. PERELLI, *Ragionamento sopra la campagna pisana* (1740), in *Raccolta d'Autori Italiani che trattano del moto dell'acque*, Firenze, Stamp. Imperiale, vol. IX, 1774, pp. 89-154; e O. CORSINI, *Ragionamento sulla Valdichiana*, Firenze, Moücke, 1742.

1782 alla sistemazione del comprensorio di Bientina,⁷³ oltre che da Fossombroni per progettare la sua «colmata generale» della Valdichiana.⁷⁴ Anche Ferroni, allorché nel 1773 si accinse ad effettuare la sua prima impegnativa commissione di visita generale della pianura pisana, non mancò di documentarsi in modo accurato, 'estraendo' dagli archivi e uffici delle magistrature fiorentine e pisane tutte le memorie e la cartografia che davano conto dei progetti e degli interventi promossi fin dalla metà del XVI secolo: questi documenti, integrati «dall'osservazioni locali», gli furono di grande utilità per costruire l'ampio e solido quadro di riferimento regionale e la *Carta Corografica del Valdarno di Pisa* alla scala di 1:34.000 ai quali raccordare le molteplici operazioni idrauliche proposte.⁷⁵

Dunque, l'incontro dell'analisi a base spaziale degli scienziati territorialisti dell'età illuministica con il 'progetto riformatore' dei Lorena e dei loro consiglieri politici ed economici portò all'elaborazione di una lungimirante visione globale dell'intervento pubblico sul territorio. La bonifica idraulica diveniva l'occasione e lo strumento (anche amministrativo, come dimostrano i casi esemplari delle «deputazioni» preposte al risanamento della Maremma e della Valdichiana, rispettivamente nel 1766 e nel 1789, veri e propri ministeri decentrati dotati di tutti i poteri ordinari e straordinari) per l'attuazione di una organica pianificazione d'insieme. Per Perelli, Ximenes, Ferroni e per tutti gli altri «matematici» del tardo Settecento (così come per quelli del primo Ottocento), i provvedimenti tecnici della bonifica dovevano armonizzarsi con la politica economica tesa a sviluppare l'iniziativa privata, sotto forma di libertà di coltivazione, produzione e commercio di qualsiasi genere e di agevolazione dell'accesso al possesso fondiario.

La bonifica, così, diventava compiutamente impresa di interesse pubblico e, come tale, ad esclusivo carico dello stato sotto l'aspetto tecnico-esecutivo; non però sotto quello finanziario, perché i proprietari fondiari vennero sempre chiamati a concorrere alle spese sostenute.

In ogni caso, nel 1789, con la stampa delle citate *Memorie* sulla Valdichiana di Fossombroni, si rompe con la tradizione galileiana e si

⁷³ Cfr. D. BARSANTI e L. ROMBAI, *Leonardo Ximenes* cit., pp. 19-20.

⁷⁴ V. FOSSOMBRONI, *Memorie idraulico-storiche sopra la Val di Chiana* cit.

⁷⁵ L'inedita e citata *Relazione generale* del 15 settembre 1774 è in ASP, *Ufficio Fiumi e Fossi*, n. 3683. La carta è invece attualmente conservata nell'Archivio di Stato di Praga, *Archivio Lorena-RAT*, 215.

registra una vera e propria svolta storica. Se gli scienziati Perelli, Ximenes e Ferroni avevano mostrato una adesione molto cauta alle 'ragioni' della politica pietroleopoldina in tema di «governo delle acque» e di bonifica idraulico-agraria (intesa nell'accezione di sommatoria di interventi organici, con riferimento all'insieme territoriale, finalizzati al «trionfo dell'agricoltura» e del popolamento nelle «zone umide»), lo scienziato e politico Fossombroni abbracciò invece senza mezzi termini, con la progettazione della «gran colmata», intesa come eliminazione fisica di ogni acquitrino, il principio dello 'asservimento' del pensiero scientifico ai bisogni della politica economica. Questa, negli anni '80, ben più che nel passato, concepiva l'agricoltura come l'autentica sorgente della ricchezza dello stato; con la ragguardevole crescita demografica in atto, la ricerca sempre più febbrale di nuove terre da mettere a coltivazione stava diventando un'autentica priorità nazionale.⁷⁶

⁷⁶ L. ROMBAI, *Scienza, tecnica e cultura del territorio* cit., pp. 80 sgg. In effetti questo orientamento politico proprio della fisiocrazia settecentesca sarà poi riproposto all'epoca della Restaurazione, specialmente dal granduca Leopoldo II (1824-59), che intese considerare la bonifica come una vera e propria «battaglia per la civiltà». Tale motivazione ideologica si armonizzava peculiarmente con le istanze utilitaristiche connesse con la congiuntura demografica ed economica favorevole che aveva caratterizzato l'ultimo quarto del secolo XVIII e che ora, superate le crisi dell'età rivoluzionaria e napoleonica e dei primi anni della Restaurazione, tornava prepotentemente ad affermarsi. Cfr. D. BARSANTI e L. ROMBAI, *La «guerra delle acque»* cit., pp. 25-28.

Estratto da

BIBLIOTECA DI NUNCIUS

STUDI E TESTI
XX

LA POLITICA DELLA SCIENZA
TOSCANA E STATI ITALIANI
NEL TARDO SETTECENTO

FIRENZE
LEO S. OLSCHKI EDITORE
MCMXCVI