

LA FORZA DELLE ACQUE: I MULINI NELL'ITALIA MEDIEVALE

THE POWER OF WATER: THE HISTORY OF MILLS IN ITALY DURING THE MIDDLE AGES

PAOLA GALETTI
paola.galetti@unibo.it
UNIVERSITÀ BOLOGNA¹

RIASSUNTO

Il contributo esamina la diffusione dei mulini ad acqua nell'Italia medievale, cercando di delinearne lo sviluppo storico e la realtà materiale e tecnologica. Viene presentato inoltre un bilancio sulle principali linee di studio su questa tematica, sia sul versante della storia economico-sociale sia su quello della storia della tecnologia, sottolineando in primo luogo la dimensione locale della ricerca. Una riflessione è dedicata in secondo luogo alle fonti utili per impostare le indagini, secondo una ottica interdisciplinare.

PAROLE CHIAVE: Mulino idraulico, Italia, Medioevo, Storia, Tecnologia

¹ Alma Mater Studiorum-Università di Bologna. Dipartimento di Storia Culture Civiltà. P.zza San Giovanni in Monte 2, 40124, Bologna, Italia.

ABSTRACT

This paper examines the spread of water mills in Italy during the Middle Ages, trying to define its historical development and the technology and the architecture. This study also includes an analysis of the different research approaches from the social-economic history to technology that are being pursued on this topic and it shows the development of a local dimension of the research. This paper also discusses which sources can be considered more suitable for the research of these topics and underlines the importance of an interdisciplinary approach.

100

KEY WORDS: Water mill, Italy, Middle Ages, History, Technology

Quando utilizziamo il termine mulino, dobbiamo avere ben presente che presenta una duplicità di significato. Da un lato indica la macchina che produce un lavoro meccanico derivato dallo sfruttamento di una forza (energia animale, umana, idraulica, del vento, elettrica), dall'altro la struttura che la ospita, organizzata in modo funzionale alla produzione di energia per il funzionamento della strumentazione. E' su questo duplice aspetto del mulino che concentrerò in questa sede le mie osservazioni, tenendo sempre ben presente che siamo di fronte ad un tema storiografico di ampio respiro, dal taglio diacronico e che permette di incrociare fenomeni pertinenti alla storia economico-sociale, politico-istituzionale, della tecnologia.

Sono stati studiati per l'arco cronologico considerato mulini variamente azionati dalla forza delle acque (orizzontali, verticali, natanti, a marea), come pure mulini movimentati da altre fonti di energia (vento, uomini e animali)².

101

Ma è sul legame tra mulino e forza motrice idraulica³ che dobbiamo spostare il baricentro dell'indagine, dal momento che

² P. MALANIMA, *Prefazione*, in M. E. CORTESE, *L'acqua, il grano, il ferro. Opifici idraulici medievali nel bacino Farma-Merse*, Firenze 1997, 7-9. Cfr. anche: E. CARUS-WILSON, "An industrial revolution of the thirteenth century". *Economic History Review*, 11, 1941, 39-60; U. FORTI, *Storia della tecnica. Dal Medioevo al Rinascimento*, Firenze 1957; L. WHITE JR, *Medieval technology and Social change*, Oxford 1963; *Storia della tecnica*, A. A. CAPOCACCIA, A. MONDINI (éds.), I, Torino 1973, 275-277; II, 139-149; J. GIMPEL, *La révolution industrielle du Moyen Âge*, Paris 1975; C. M. CIPOLLA, *Uomini, tecniche, economie*, Milano 1977, 46-47; B. GILLE, *Storia delle tecniche*, Roma 1985; T. S. REYNOLDS, "Le radici medievali della Rivoluzione industriale". *Le Scienze- Quaderni, Il Medioevo*, 36, giugno 1987; M.-C. AMOURETTI, G. COMET, *Hommes et Techniques de l'Antiquité à la Renaissance*, Parigi 1993; E. BRADFORD SMITH, M. WOLFE, *Technology and resource use in Medieval Europe*, Adelshot 1997; D. LOHRMANN, "Mühle, historisch" in *Reallexikon der germanischen Altertumskunde*, 20, 2002, 281-287; Y. COUTANT, *Dictionnaire historique et technique du moulin dans le nord de la France. De Lille à Cambrai du XIIIe au XVIIIe siècle*, Turnhout 2008.

³ B. GILLE, "Le moulin à eau, une révolution technique médiévale". *Techniques et civilisations*, 3, 1954, 1-15; P. SQUATRITI, *Working with water in medieval Europe. Technology and Ressource-Use*, Leiden-Boston-Koln 2000, 217-265; *I mulini nell'Europa medievale*, P. GALETTI, P. RACINE (éds), Bologna 2003; P. GALETTI, «Acque e mulini tra Età Medievale e Moderna», in *Mulini, canali e comunità della pianura bolognese tra Medioevo e*

nell'Italia medievale le testimonianze rimandano alla presenza quasi esclusiva di mulini la cui forza motrice era costituita dall'acqua. Anche laddove non vi era una precisa indicazione in tal senso, lo si deduce dal fatto che le singole strutture erano sempre segnalate come insistenti su corsi d'acqua. Potevano sfruttare l'acqua di ruscelli, fiumi, *ligaturae*/gore, condotte di acqua irrigimentata, *aqueductiles*, *aquimina*, *canali*, *ductus*, *foveas*, *formae*, specchi d'acqua, di un bottaccio (*bottacio*/*bottatio*), in cui si accumulava una quantità d'acqua utile a fornire energia alle pale del ritrecine, *pantanis*, *macera*, acquedotti; potevano usufruire di chiuse per regolare il flusso; avevano sempre il loro *aquario* e a volte una *piscacione*, una peschiera, vicina⁴.

Non a caso, se consideriamo la terminologia relativa al mulino nelle fonti scritte, oltre ai classici *molinus*/*mulinus*, *molendinus*, con il focus incentrato sulla mola, la macina, troviamo spesso anche *aquimolus*/*aquimulus*, laddove significativamente la “mola” si unisce ad aqua”⁵.

Ottocento, P. GALETTI, B. ANDREOLLI (éds.), Bologna 2009, 17-26; P. GALETTI, « I mulini monastici tra IX e XI secolo : tecnologia e organizzazione del lavoro e della produzione », in corso di stampa negli Atti del IV Convegno *De re monastica, Teoria e pratica del lavoro nel monachesimo altomedievale*, Roma-Subiaco, 7-9 giugno 2013.

⁴ *Codice Diplomatico Longobardo*, L. SCHIAPARELLI (éd.), I, Roma 1929, n.38, a.726, 132; *I Diplomi di Berengario I*, L. SCHIAPARELLI (éd.), Roma 1903: n.XCV, a.915, 252; n.XCIV, a.902-913, 249-250; *Carte di Fonte Avellana.1 (975-1139)*, C. PIERUCCI, A. POLVERARI (éds.), Roma 1972: n.53, a.1081, 131; n.71, a.1085, 168; n.74, a.1090, 175; n.91, a.1101, 207; n.121, a.1116, 265-266; n.185, a.1136, 397; n.191, a.1139, 412; n.185, a.1136, 397; *Carte di Fonte Avellana. 3 (1203-1237)*, C. PIERUCCI (éd.), Fonte Avellana 1986: n. 529, a.1231, 270-272; *Carte di Fonte Avellana. 4 (1238-1253)*, R. BERNACCHIA (éd.), Fonte Avellana 1989: n.670, a.1248, 191; n.725, a.1253, 333; *Il Regesto Sublacense dell'Undecimo secolo*, L. ALLODI, G. LEVI (éds.), Roma 1885, n.143, a.979, 9 agosto, 194-195; G. TIRABOSCHI, *Storia dell'augusta badia di San Silvestro di Nonantola*, II, Modena 1785, n.CIII, a.1009, aprile, 138-140.

⁵ P. AEBISCHER, “Les dénominations du "moulin" dans les chartes italiennes du Moyen Âge”. *Bulletin Du Cange, Archivum Latinitatis Medii Aevi*, VII, 1932, 49-109. Esempi: *Breviarium Ecclesiae Ravennatis (Codice Bavaro)*. *Secoli VII-X*, G. RABOTTI (éd.), Roma 1985, territorio di Rimini, n.22, a.818-834, 15; n.34, a.748-769,20; GREGORIO DI CATINO, *Il Chronicon Farfense*, U. BALZANI (éd.), II, Roma 1903, 33, 45, 50, 55, 124, 169, 183, 184,

Un'altra precisazione che è necessario fare è che la maggior parte delle informazioni che abbiamo sui mulini medievali rimandano per lungo tempo a macchine per macinare cereali, o anche altri materiali solidi (ad esempio olive, noci)⁶. All'attività molitoria si deve poi aggiungere un utilizzo per l'irrigazione, il drenaggio delle acque e vari settori della produzione artigianale, in questo caso soprattutto nella fase di ripresa economica dopo il Mille.

La molteplicità delle fruizioni di fatto ha così imposto meccanismi di controllo della proprietà e della gestione delle strutture e dei servizi erogati, con inevitabili ricadute di ordine economico-sociale.

Il mulino ad acqua dal punto di vista tecnico è un'invenzione antica, che i Romani non sembrano avere sfruttato a fondo preferendo il ricorso alla spinta energetica di uomini o animali, al quale, con la crisi del mondo antico, si sostituì in modo massiccio quello dell'acqua, tendenza che si rafforzò in età carolingia e soprattutto tra XI-XIII secolo in un periodo di espansione economica. In questa fase, lo sviluppo tecnologico della macchina mulino, con l'introduzione dell'albero a camme, che trasformava il moto circolare in alternato, permise la sua utilizzazione per attività non solo molitorie, ma anche industriali, ad esempio nella manifattura laniera, nell'industria della carta, nelle segherie, nell'attività siderurgica e mineraria⁷.

198, 218; *Regesto Sublacense* ..., n.3, a. 967, 5. Cfr. anche: CH. DU FRESNE DU CANGE, *Glossarium mediae et infimae latinitatis*, Graz 1954, *sub voce*.

⁶ *I mulini nell'Europa medievale*...

⁷ L. A. MORITZ, *Grain Mills and Flour in Classical Antiquity*, Oxford 1958; R. J. FORBES, "Energia motrice" in *Storia della tecnologia*, CH. SINGER et alii (éds.), II, Torino 1962, 599-637; ID., *Studies in ancient technology*, II, Leiden 1965; F. KLEMM, *Storia della tecnica*, Milano 1966, 79-81; O. WIKANDER, "Water-mills in ancient Rome". *Opuscula Romana*, 11, 1979, 13-36; ID., "The Use of Water-Power in Classical Antiquity". *Ibid.*, 13, 1981, 91-104; R. FOSSIER, *L'équipement en moulins et encadrement des hommes (L'histoire des sciences et des techniques doit-elle intéresser les historiens?)*, Paris 1982, 230-248; T. S. REYNOLDS, 'Stronger than a hundred men'. *A history of the vertical water wheel*, Baltimore- Londres 1983, 31-35, 49-

E' stato Marc Bloch, con il suo saggio del 1935 su "Avvento e conquiste del mulino ad acqua" ad inaugurare la fortuna storiografica della tematica molinaria⁸. In seguito sono stati indagati la diffusione del mulino idraulico in senso diacronico e sincronico, le sue diverse tipologie, gli sviluppi tecnologici e gli impieghi diversificati: e questo in aree diverse.

50; O. WIKANDER, *Exploitation of Water-Power or Technological Stagnation. A Reappraisal of the Productive Forces in the Roman Empire*, Lund 1984; ID., "Archaeological Evidence for Early Water-Mills, An Interim Report" in *History of Technology*, 10 (1985), 151-179; P. MALANIMA, *I piedi di legno. Una macchina alle origini dell'industria medievale*, Milano 1988, 41-42; D. LOHRMANN, "Le moulin à eau dans le cadre de l'économie rurale de la Neustrie (VIIe-IXe siècles)" in *La Neustrie. Les pays au nord de la Loire de 650 à 850*, H. ATSMAN (éd.), Sigmaringen 1989, 367-404; D. LOHRMANN, "Travail manuel et machines hydrauliques avant l'an mil" in *Le travail au Moyen Âge. Une approche interdisciplinaire*, J. HAMESSE, C. MURAILLE-SAMARAN (éds.), Louvain-La-Neuve, 1990, 35-47; G. COMET, *Le paysan et son outil. Essai d'histoire technique des céréales (France, VIIIe-XVe siècle)*, Rome 1992; A. GARA, *Tecnica e tecnologia nelle società antiche*, Roma 1994, 124-127; P. MALANIMA, *Energia e crescita nell'Europa preindustriale*, Roma 1996; E. CHAMPION, *Moulins et meuniers carolingiens dans les polyptiques entre Loire et Rhin*, Paris 1996. L'albero a camme era già conosciuto nell'antichità classica, ma non fu mai applicato a macchine per la produzione su vasta scala prima del medioevo. Si veda: B. GILLE, "Macchine" in *Storia della tecnologia...*, 638-668. Sui mulini nel pieno-tardo medioevo e in età moderna: A. M. BAUTIER, "Les plus anciennes mentions de moulins hydrauliques industriels et de moulins à vent". *Bulletin Philologique et Historique*, II, 1960, 567-626; J. MUENDEL, "The grain mills of Pistoia in 1350". *Bullettino Storico Pistoiense*, 74, 1972, 42-64; J. GIMPEL, *The Medieval Machine. The industrial revolution of the Middle Ages*, London 1977; C. DUSSAIX, "Les moulins à Reggio d'Emilie aux XIIe et XIIIe siècles". *Mélanges de l'École française de Rome, Moyen Âge- Temps Modernes*, 91, 1979, 113-147; J. MUENDEL, "The distribution of mills in the florentine countryside during the late Middle Ages" in *Pathways Medieval Peasants*, J. A. RAFTIS (éd.), Toronto, 1981, 83-115; *Produttività e tecnologia nei secoli XII-XVII*, S. MARIOTTI (éd.), Firenze 1981; L. CHIAPPA MAURI, *I mulini ad acqua nel milanese (sec. X-XV)*, Roma 1984; A. I. PINI, "Energia e industria tra Savena e Reno: i mulini idraulici bolognesi tra XI e XV secolo" in *Tecnica e società nell'Italia dei secoli XII-XVI*, Pistoia 1987, 1-22; *Paesaggi urbani dell'Italia padana nei secoli VIII-XIV*, Bologna 1988, 277-330, 331-372; *Acque, ruote e mulini a Torino*, G. BRACCO (éd.), Torino 1988; *Forme ed evoluzione del lavoro in Europa: XIII-XVIII sec.*, Firenze 1991; *Mulini da grano nel Piemonte medievale*, R. COMBA (éd.), Cuneo 1993; *Energia e macchine. L'uso delle acque nell'Appennino centrale in età moderna e contemporanea*, F. BETTONI, A. CIUFFETTI (éds.), Narni 2010; *Mulini, canali e comunità della pianura bolognese tra Medioevo e Ottocento...*

⁸ M. BLOCH, "Avvento e conquiste del mulino ad acqua" in ID., *Lavoro e tecnica nel Medioevo*, Bari 1970, 73-110, 201-219.

"La forza delle acque: i mulini nell'Italia Medievale"

Si potrebbe concludere comunque che gli indirizzi di ricerca prevalenti si sono sviluppati di fatto secondo due ottiche interpretative. L'una si iscrive in una prospettiva di storia economico-sociale, collegando mulino e società in modo articolato, anche attraverso la considerazione della sua interdipendenza con l'habitat di riferimento; l'altra, invece, si concentra sulla struttura/macchina mulino, recuperando aspetti di storia della tecnologia e della cultura materiale.

All'interno di queste linee di ricerca si è inserita più recentemente una tematica dal forte taglio interdisciplinare ad ampio spettro, quella dello studio delle macine/mole, parti imprescindibili di un mulino. Attraverso l'individuazione di zone di cave caratterizzate da particolari tipi di pietra e il ritrovamento puntuale e datato di manufatti lapidei specifici in aree di scavi archeologici, l'attenzione ha potuto convergere sui loro flussi commerciali nel tempo, come pure, attraverso la diffusione differenziata di mole a mano e da mulino, su sistemi diversi di gestione fondiaria e controllo signorile.

Risulta unificante, comunque, nella storiografia specializzata un approccio teso a evitare generalizzazioni e a promuovere una ricerca rivolta ad ambiti territoriali definiti, sulla base di determinanti fisiche, politiche e socio-culturali⁹.

⁹ C. RIVALS, *Il mulino. L'avventura del pane quotidiano*, Giunti-Storia Dossier-7, Firenze 1987; R. J. LANGDON, *Mills in the medieval economy. England 1300-1540*, Oxford 2004; *Moulins et meuniers dans les campagnes européennes. IXe-XVIIIe siècles*, M. MOUSNIER (éd.), Tolosa 2002; *Economia e energia. Sec.XIII-XVIII*, S. CAVACIOCCHI (éd.), Firenze 2003; *Les meuniers. Recherche, Protection et Valorisation d'un patrimoine industriel européen*, Mainz 2006; P. RACINE, « Le paysage des moulins en Europe occidentale au Moyen Âge ». *Nuova Rivista Storica*, XV/II, 2006, 409-446; M. ARNOUX, « Les moulins à eau en Europe occidentale (IXe- XIIe siècles). Aux origines d'une économie institutionnelle de l'énergie Hydraulica » in *L'acqua nei secoli altomedievali*, I, Spoleto 2008, 693-746; *Hidraulica agraria y sociedad feudal. Praticas, Tecnicas, espacios*, J. TORRO, E. GUINOT (eds.), Valencia 2012. Per l'Italia, ad esempio, in aggiunta a quanto indicato nelle note precedenti: G. BEGGIO, *I mulini natanti dell'Adige*, Firenze 1969; *Produttività e tecnologia...*, Firenze 1981; *Terra, acque e lavoro nella Viterbo medievale*, R. DE PALMA, A. LANCONELLI, (eds.), Roma

Proprio per questo, una indagine sui mulini medievali deve necessariamente considerare una pluralità di fonti, il cui singolo messaggio informativo ha valore in quanto comparato ed integrato in un quadro d'insieme unitario: la vastissima gamma di fonti scritte, quelle materiali, iconografiche e archeologiche, le sopravvivenze, opportunamente indagate dalla ricerca etnografica.

Se scontiamo ritardi nella ricerca archeologica relativa al periodo medievale (ed anche post-medievale), viste le profonde trasformazioni che hanno interessato da più parti il tessuto insediativo in quei secoli e in quelli successivi, la natura stessa della documentazione scritta spinge d'altro canto a restringere la riflessione su singole realtà, limitando ogni sorta di generalizzazione, e a sviluppare aspetti specifici della problematica 'molinaria'¹⁰.

Così, ad esempio, negli statuti cittadini comunali l'attenzione dei normatori è in larga misura rivolta a

1992; P. BUONORA, *La valle Umbra. Genesi e trasformazione di un sistema idraulico (secoli XVI-XIX)*, Ancona 1994; G. M. SPERANDINI, *Mulini ad acqua tra Samoggia e Panaro*, Bologna 1994; M. ZACCHIGNA, *Sistemi d'acqua e mulini in Friuli fra i secoli XIV e XV*, Venezia 1996; R. ACQUAVIVA, *Il mulino ad acqua in Sicilia. Tecnica e lavoro*, Siracusa 1997; "La ruina dei Modenesi". *I mulini natanti di Concordia sulla Secchia. Storia di una civiltà idraulica*, B. ANDREOLLI (éd.), Finale Emilia 2001; W. PELLEGRINI, *Antiche industrie di farina, olio e vino*, Atri 2003; *Le ruote del pane. Mulini natanti e cultura molitoria della pianura padana*, R. RODA, G. SETTI (éds.), Mantova 2004; E. CARUSO, *Mulini e mugnai in Romagna e nell'Italia del Medioevo*, Cesena 2004; M. G. NICO OTTAVIANI, *Statuti, territorio e acque nel medioevo*, Spoleto 2008.

¹⁰ In particolare: P. GALETTI, *I mulini monastici...* Cfr. anche con riferimento a tipologie diverse di fonti: G. SEBESTA, *La via dei mulini, dall'esperienza della mietitura all'arte del macinare (molinologia)*, San Michele all'Adige 1977; *Storia e iconografia del mulino ad acqua*, in *Scuola e officina*, 1, gennaio-giugno 1990, 10-39; *L'Innovation technique au Moyen Âge*, P. BECK (éd.), Paris 1998; *Bagno Vignoni e le sue acque. Progetto e restauro di un paesaggio storico*, S. Quirico d'Orcia 2000; *Moulins et meuniers ...*; E. SANTINI, "Opifici idraulici medievali nel bacino del fiume Farfa". *Temporis Signa*, I, 2006; L. NEJROTTI, "I mulini sulla Ceronda. Ricognizioni archeologiche" in *Boschi e controllo del territorio nel medioevo*, G. CHARLE (éd.), Torino 2008, 77-92; B. ANDREOLLI, "Il mulino ad acqua tra storia e letteratura. Spunti" in *Mulini, canali ...*, 27-33.

regolamentare l'attività dei mugnai, per impedire frodi in un settore delicatissimo dell'economia cittadina, e a regolamentare l'uso delle acque, che servivano anche per muovere i mulini, producendo una legislazione che in questo caso era originata dalla riflessione sulla necessaria, sebbene mai chiaramente esplicitata, distinzione tra acque pubbliche e private¹¹.

Se il mulino idraulico, come si è detto, era tecnologicamente una invenzione antica, al di là di segnalazioni isolate è dal VII secolo che inizia la sua vera affermazione, documentata sempre più diffusamente a partire dall'età carolingia e post-carolingia. Questo andava di pari passo con la piena affermazione della media-grande proprietà fondiaria nella sua forma gestionale curtense, dal momento che la presenza del mulino è testimoniata soprattutto su terre signorili. Questo perché lo stabilimento di un mulino idraulico presupponeva il possesso di diritti pubblicistici sulle acque, ottenuti tramite autorizzazione regia, cui si aggiungevano spese per la costruzione e riparazione, disponibilità di manodopera; inoltre, perché se ne potesse ricavare un vantaggio economico, era necessario che l'impianto servisse alla molitura di una quantità abbastanza rilevante di cereali¹².

¹¹ L. CHIAPPA MAURI, "Acque e mulini nella Lombardia medievale. Alcune riflessioni" in *I mulini ...*, 233-268:237-239. Cfr. anche *Acque di frontiera. Principi, comunità e governo del territorio nelle terre basse tra Enza e Reno (secoli XIII-XVIII)*, F. CAZZOLA (éd.), Bologna 2000; P. GALETTI, "La ricerca sui mulini idraulici medievali in Italia", in corso di stampa negli Atti del 9° *Congreso Internacional de Molinología*, Murcia, 9-11 maggio 2014.

¹² B. ANDREOLLI, M. MONTANARI, *L'azienda curtense in Italia. Proprietà della terra e lavoro contadino nei secoli VIII-XI*, Bologna 1983; P. TOUBERT, *Dalla terra ai castelli. Paesaggio, agricoltura e poteri nell'Italia medievale*, Torino 1995, 115-250; J.-P. DEVROEY, *Économie rurale et société dans l'Europe franque (VIe-IXe siècles)*, Paris 2003; N. MANCASSOLA, *L'azienda curtense tra Langobardia e Romania. Rapporto di lavoro e patti colonici dall'età carolingia al Mille*, Bologna 2008. Per riferimenti documentari: *Le Leggi dei Longobardi. Storia, memoria e diritto di un popolo germanico*, C. AZZARA, S. GASPARRI (éds.), Milano 1992: rr.149, 150, 151; *I Diplomi di Berengario I...*, n.XCV, a.915, 252; n.XCIV, a.902-913, 249-250.

Interessanti sono i dati forniti dai polittici di grandi enti monastici, che in Italia risalgono al IX-X secolo, a testimonianza di un tentativo di razionalizzazione delle modalità gestionali proprietarie. Se consideriamo, ad esempio, gli inventari di beni che si riferiscono a due importanti monasteri, quello femminile di Santa Giulia di Brescia, compilato tra 879 e 906, e i quattro di San Colombano di Bobbio, rispettivamente dell'862, 883, del periodo a cavallo tra IX e X secolo e tra X e XI secolo, possiamo contare, su diversi singoli possedimenti, tra la fine del secolo IX e del secolo seguente, numerosi mulini. Si trattava di complessi di beni organizzati secondo il modello curtense classico, per cui gli estensori degli inventari registravano separatamente redditi e risorse di *pars dominica* e *pars massaricia*. I mulini erano sempre ubicati sulla parte *dominica*, sul centro direttivo aziendale, in quanto quest'ultimo costituiva un polo di riferimento insediativo ed economico- produttivo anche per i coloni della parte *massaricia*. I compilatori degli inventari registravano puntualmente i redditi, generalmente in natura (moggi di grano), che derivavano al signore dal controllo del mulino¹³.

La rendita che se ne poteva ricavare divenne certamente maggiormente remunerativa quando quest'ultimo riuscì a trasformarlo in mulino bannale, con l'imposizione a tutti i contadini di un determinato territorio, fossero essi suoi dipendenti diretti o meno, dell'obbligo di servirsi esclusivamente del suo impianto molitorio dietro corresponsione di un tributo. Investire in mulini, pur se costoso, divenne allora vantaggioso sul piano economico, perciò il loro numero si accrebbe notevolmente. Questo avvenne in seguito alla crisi del potere centrale a partire dal X secolo e alla lenta affermazione di una

¹³ Sui mulini nei polittici transalpini del secolo IX: E. CHAMPION, *Moulins et meuniers...* Per l'edizione dei polittici italiani: *Inventari altomedievali di terre, coloni e redditi*, A. CASTAGNETTI, M. LUZZATI, G. PASQUALI, A. VASINA (eds.), Roma 1979: *Santa Giulia di Brescia*, 43-94, in particolare 56, 62-64, 66-70, 73-75, 77-78, 80, 81, 89-90; *San Colombano di Bobbio I* in particolare 136, 139, 144; *II*, 158, 160, 165; *III*, 169, 173; *IV*, 186.

signoria rurale territoriale, che favorirono l'istituzione, anche in questo caso lenta, di alcuni monopoli signorili, tra i quali anche quello del mulino.

Non bisogna dimenticare che lo stabilimento di un mulino idraulico presupponeva il possesso di diritti pubblicistici sulle acque, che potevano essere ottenuti solo tramite autorizzazione regia.

Fino a tutto il secolo X molti atti che menzionano mulini o il diritto ad erigerne sui corsi d'acqua sono costituiti infatti da donazioni o conferme di beni da parte di re e imperatori a vescovi, abati e anche potenti laici. Il diritto all'utilizzo delle acque aveva una valenza, potremmo dire signorile, non solo economica o tecnologica, e era connesso ad organismi fondiari o territoriali strutturati o in via di formazione, che implicavano per i detentori in un modo o nell'altro sia l'esercizio di diritti legati alla nuda proprietà del suolo, sia al campo giurisdizionale, per vacanza dei poteri centrali o per ragioni immunitarie.

Le acque, o almeno quelle dei fiumi a portata costante, ancora nel IX-X secolo non avevano ancora perso del tutto la connotazione di *res publica* riconosciuta dal diritto romano, per cui, in linea teorica, la loro utilizzazione era permessa solo a chi esercitasse diritti di tipo pubblico: necessaria era, quindi, una autorizzazione regia. Ma, così come per altre prerogative regie, anche le acque finirono a partire da questo periodo con l'essere donate, usurate, privatizzate. In questa nuova situazione il loro sfruttamento sul piano energetico con l'impianto dei mulini cominciò a diventare, come si è detto, uno dei tanti elementi costituenti il banno di un signore, concretandosi nell'obbligo per i contadini dipendenti di una signoria di servirsi esclusivamente del mulino bannale o di occuparsi della sua manutenzione. E questo valeva sia per i signori laici che ecclesiastici.

Prescindendo dai costi di gestione e di manutenzione, l'acquisto o la realizzazione di un mulino rappresentava un investimento vantaggioso, che poteva anche produrre una commercializzazione del prodotto. Non a caso era molto remunerativo investire nella edificazione di un mulino situato nelle vicinanze di una sede di mercato e di consumo, come una città, specialmente tra XI e XIII secolo, nella fase di espansione dei centri urbani. Possedere un mulino e amministrarlo con cura poteva divenire una fonte di accumulazione di capitali non indifferente, sia nel caso di una gestione diretta dell'impianto, sia nel caso di una gestione indiretta, tramite concessioni di durata differenziata a seconda delle circostanze. In quest'ultimo caso si precisavano gli obblighi reciproci tra concedente e concessionario e concessioni a lungo termine o perpetue potevano costituire un fattore di elevazione economica e sociale per il concessionario.

Non dobbiamo inoltre dimenticare i mulini di proprietà pubblica, che, insieme a quelli privati, situati presso un centro urbano, rivestivano grande importanza per i comuni cittadini in rapporto all'annona pubblica¹⁴.

¹⁴ P. TOUBERT, *Les structures du Latium médiéval. Le Latium méridional et la Sabine de l'IXe à la fin du XIIe siècle*, I, Roma 1973, 460-462; L. CHIAPPA MAURI, *I mulini ad acqua ...*, 21-22, 24-27; EAD., "Acque e mulini nella Lombardia medievale. Alcune riflessioni" in *I mulini nell'Europa medievale...*, 233-268: 239-242. Cfr. anche: G. CHERUBINI, *Signori, contadini, borghesi*, Firenze 1974, 201-218; F. SINATTI D'AMICO, *Per una città. Lineamenti di una legislazione urbanistica e di politica territoriale nella storia di Milano*, Todi 1979; O. REDON, *Uomini e comunità del contado senese nel Duecento*, Siena 1982, 117-120; A. CORTONESI, *Ruralità. Economie e paesaggi del medioevo italiano*, Roma 1995, 259-263; *Acque di frontiera...*; P. TOUBERT, *Dalla terra ...*; M. G. NICO OTTAVIANI, *Statuti, territorio e acque nel medioevo...*; *Mulini, canali...*; P. GALETTI, "I mulini monastici".... Per un riferimento documentario: *Gli atti privati milanesi e comaschi del secolo XI*, G. VITTANI, C. MANARESI (éd.), I, Milano 1923, n.469. Per i mulini in città o nei pressi, attestati sin dal IX secolo: U. BENASSI, *Codice Diplomatico Parmense*, I, Parma 1910, n. XIII, a.879, 42; n.XXXVIII, a.890, 192-193; G. DREI, *Le carte degli Archivi Parmensi dei secoli X-XI (dall'anno 901 all'anno 1000)*, I, Parma 1930, n.XLII, a.935, 123-124; *I Diplomi di Ugo e di Lotario, di Berengario II e di Adalberto*, L. SCHIAPARELLI (éd.), Roma 1924, n.LXXXIX, a.945 (Ugo e Lotario), 231; n. X, a.958 (Berengario II e Adalberto), 323.

La documentazione altomedievale fornisce solo scarse e non molto dettagliate descrizioni riguardanti la struttura architettonica o il meccanismo dei mulini. La situazione è migliore per i secoli seguenti, sia per il rilevante incremento in assoluto della documentazione, sia per un'attenzione nuova nei confronti del dato tecnico che prende piede, collegata in particolar modo all'impiego della macchina idraulica in attività non 'molinarie'¹⁵.

Si ha con regolarità notizia dei sistemi di approvvigionamento idrico, importanti per controllare il regime delle acque nel corso dell'anno e in habitat diversi: derivazioni, fossati, condutture (*aquimina, foveas, canali, ductus*); chiuse per regolare il flusso; bottacci di accumulo¹⁶.

La struttura architettonica dell'edificio/ mulino, invece, si ricostruisce con maggiore difficoltà, soprattutto se facciamo conto delle sole fonti scritte.

Sappiamo, comunque, che per l'altomedioevo l'impianto molitorio doveva fare parte a se stante rispetto all'abitazione degli addetti e a eventuali annessi, a differenza di quanto doveva avvenire nei secoli seguenti, laddove un unico edificio, con corpi secondari di servizi, risultava suddiviso su più piani, con l'opificio, organizzato su due livelli, posto sotto l'abitazione del mugnaio.

Il materiale costruttivo prevalentemente impiegato dovette essere per lungo tempo il legno, anche in ambito urbano

¹⁵ B. GILLE, *Les ingénieurs de la Renaissance*, Paris 1964; G. COMET, « Pour une histoire des moulins entre technique et idéologie » in *I mulini ...*, 7-36 : 24-34 ; D. LOHRMANN, « Les moulins d'un ingénieur allemand en Italie vers 1425 » in *Ibid.*, 303-316. Cfr. anche: G. COMET, « Un intermédiaire culturel : l'artiste ingénieur, l'Exemple de Strada de Rosberg » in *Histoire et société. Mélanges offerts à G. Duby*, IV, Aix en Provence 1993, 63-171; P. GALLUZZI, *Les ingénieurs de la Renaissance de Brunelleschi à Leonardo de Vinci*, Florence-Paris 1995; P. GALETTI, « La ricerca... ».

¹⁶ Cfr. nota 3.

o suburbano, sostituito, soprattutto a partire dal secolo XIII, in aree diverse da una muratura in pietra o mattoni¹⁷.

Se ci rapportiamo poi all'apparato tecnico del mulino, le fonti scritte altomedievali testimoniano la presenza di una ruota e anche di diverse ruote per uno stesso impianto, anche se è difficile capire che tipo di ruota prevalesse e soprattutto in che modo fosse azionata dalla corrente: ruota orizzontale o verticale; mossa 'per di sotto', 'per di sopra', 'per di fianco'. Le diverse tipologie coesistettero per tutto il medioevo e oltre, adattandosi alle esigenze locali, anche ambientali, per mettere pienamente a frutto l'energia idraulica disponibile e nei momenti di disponibilità, non solo proprietarie e gestionali¹⁸.

La ricerca si trova ad affrontare le stesse difficoltà interpretative in relazione al funzionamento dell'apparato macinante interno al mulino per i secoli dell'altomedioevo. Scarne infatti sono le notazioni tecniche contenute nei documenti, come pure estremamente rarefatte le evidenze materiali. Solo tardivamente, tra XIV e XV secolo, l'attenzione al particolare tecnico si accentuò, come si è già detto, con la puntuale elencazione dei meccanismi che costituivano la macchina/mulino.

¹⁷ E. CHAMPION, *Moulins...*, 18-19; M. E. CORTESE, *L'acqua, il grano...*, pp.83-87; P. GALETTI, "I mulini nell'Italia centro-settentrionale dell'altomedioevo: edilizia e tecnologia" in *I mulini nell'Europa...*, 280-281; O. DELUCCA, *L'abitazione riminese nel Quattrocento. Parte I. La casa rurale*, Rimini 1991, 629-632. Cfr. anche: P. GALETTI, "Acque e mulini tra età medievale e moderna" in *Energia e macchine...*, 4-14: 11-13; N. MANCASSOLA, "Acque e mulini da pane nella Romagna medievale" in *Ibid.*, 98-114. Per riferimenti documentari: *Codex Diplomaticus Langobardiae*, Torino 1873, n. CCXXXIV, 392; C. MANARES, *I Placiti del "Regnum Italiae"*, I, Roma 1955, n.67, 245; *Codex Diplomaticus Amiatinus*, W. KURZE (éd.), I, Tubingen 1974, n.89, a.822, 180; *Il Regesto Sublacense...*, n.177, 221; *Carte di Fonte Avellana 3...*, n.529, 270-272.

¹⁸ Per le ruote: A. STOWERS, "Ruote ad acqua (1500-1850)" in *Storia della Tecnologia*, Ch. SINGER, E. J. HOLMYARD, A. R. HALL, T. I. WILLIAMS (eds.), IV, Torino 1964, 206-221; E. CARUSO, *Mulini e mugnai...*

Nelle carte altomedievali, o ci si riferiva genericamente a “*cunctas res ad ipso molino pertinentes*”, oppure all’ “*ordinacionem*” dello stesso. Decisamente meno numerosi sono riferimenti più specifici ai meccanismi di funzionamento: in questo caso, ad esempio, alle *molas/macinae/rodas*, al *vecto ferreo*, la stanga che le faceva muovere, e eccezionalmente, potrei dire, allo *scutus*, il lubecchio, e alla *anatide/a* (con le varianti *anadicula/anodricula/radicula*), il meccanismo a farfalla incastrato nel palmento mobile, che con la rotazione lo trascina con sé imprimendogli il movimento rotatorio.

Più articolate sono le informazioni sugli aspetti tecnici degli impianti ricordati nelle carte di età successiva: ai meccanismi precedentemente segnalati si aggiungono il *palo*, l’albero di trasmissione in ferro, l’*endichia/enedichia* (la nottola), equivalente sul piano terminologico della *anatide* precedentemente ricordata, la *raula* (raola), la bronzina nella quale ruotava il perno del ritrecine, oltre alla *feramenta/ferratura* in generale, al *matricium*, il cassone per la raccolta della farina che usciva dalle macine, ai *copertis*, la copertura per impedire la dispersione della farina volaticcia, a strumenti per la manutenzione (*martellis/scarpellis*) e a recipienti per la conservazione e il prelievo (*cassone/bernarda/scudella*)¹⁹.

¹⁹ P. GALETTI, “I mulini nell’Italia centro-settentrionale...” ; *EAD.*, “Acque e mulini...”, 10-14; N. MANCASSOLA, “Acque e mulini...”, 107-111; P. GALETTI, “Production, commercialisation et qualité de meules à main et de meules à moulin dans l’Italie médiévale: un bilan de la recherche historique et archéologique” in *Bread for the People: the Archaeology of Mills and Milling*, D. WILLIAMS, D. PEACOCK (Éds.), Oxford 2011, 209-216. Per riferimenti documentari, ad esempio: *Codex Diplomaticus Langobardiae*..., a.863, n.CCXXVI, 379; a.865, n. CCXXXIV, 392; a.918, n.CCCCLXXVI, 824. Per la terminologia cfr. *sub voce* i seguenti lessici: CH. DU FRESNE DU CANGE, *Glossarium*...; F. ARNALDI, *Latinitatis Italicae Medii Aevi inde ab a.CDLXXVI usque ad a.MXXXII Lexicon Imperfectum*, Torino 1970; J. F. NIERMEYER, C. VAN DE KIEFT, *Mediae Latinitatis Lexicon Minus*, Leida 1984; E. FORCELLINI, *Totius Latinitatis Lexicon*, Padova 1827-1831; P. SELLA, *Glossario latino emiliano*, Città del Vaticano 1937.

Si è parlato fino ad ora soprattutto di impianti per la molitura. Non si devono però dimenticare gli utilizzi, cui si è già accennato, della macchina mulino per attività ‘industriali’: ad esempio, cartiere, ma soprattutto manifatture tessili. In questo caso parliamo di gualchiere, termine che indica, come il generico mulino, sia l'impianto che l'edificio che lo contiene.

Nelle gualchiere delle manifatture tessili si eseguiva la follatura, cioè l'operazione del finissaggio dei tessuti di lana attraverso il compattamento del tessuto con l'infeltrimento, ottenuto con magli che battevano il panno, imbevuto di soluzioni alcaline, saponose o acide, azionati dalla forza idraulica. Il funzionamento generale delle gualchiere era uguale a quello del mulino per la molitura, solo che la forza idraulica, anziché far girare le macine, faceva muovere i rulli/cilindri (folloni) per compattare i tessuti. La meccanica delle gualchiere si basava su un grosso cilindro orizzontale, mosso da una ruota ad acqua, sulla quale una fila di denti sfalsati imprimeva un movimento alternato ad una serie di aste incernierate, che in tal modo comprimevano i tessuti di lana all'interno di vasche, provvedendo anche ad un'azione di riscaldamento. L'impianto si basava quindi sul follone, che poteva avere aspetti diversi: la posizione dei magli poteva essere orizzontale o inclinata; l'albero a camme poteva avere camme riportate o essere scavato nella massa dell'albero; i tessuti da premere potevano essere disposti contro un paracolpi nel caso di magli verticali o nel caso di magli orizzontali messi in una vasca²⁰.

²⁰ H. HOSHINO, *L'arte della lana in Firenze nel Medioevo*, Firenze 1980; E. SALVINI, "Gualchiere e tiratoi a Firenze nel Medioevo". *L'Universo*, LXVII-4, 1984, 396-459; J. H. MUNRO, "Medieval Woolens: Textiles, Textile Technology and Industrial Organisation" in *The Cambridge History of Western Textiles*, I, D.Jenkins (éd.), Cambridge-New-York 2003; ID., "I panni di lana" in *Commercio e cultura mercantile*, R. A. Goldthwaite, R. C. Mueller (éds.), Verona 2007, 105-141.

Se mulini idraulici erano diffusamente attestati, con destinazioni funzionali e apparati tecnici, in contesti economico-produttivi e proprietari differenziati per tutto il medioevo, alcune conclusioni possono essere tratte in relazione a una serie di fenomeni correlati al loro impianto.

In primo luogo, mi preme sottolineare che, al di là delle differenze di funzionamento e di destinazione produttiva dei mulini, la forza motrice privilegiata era rappresentata dall'acqua, le cui potenzialità e ingegnosità degli uomini ha cercato nel corso del tempo di mettere a frutto al meglio. Ecco quindi che è necessario considerare tutta l'attività umana dedicata al controllo delle acque, imbrigliandole, accumulandole per controllarne il deflusso e fare fronte ai periodi di penuria, deviandole, canalizzandole e investendo risorse.

In secondo luogo, è da mettere a fuoco lo stretto legame tra comunità umane, acque e mulini, origine di veri e propri sistemi produttivi, chiave dell'organizzazione sociale dello spazio, come pure il risvolto sul piano giurisdizionale del controllo delle acque, dei mulini e della loro fruizione.

Da ultimo, è fondamentale inquadrare una storia delle tecniche in una dimensione sociale, considerando il legame del mulino con il bisogno sociale, nella sua evoluzione nel corso del tempo, attraverso il collegamento della macchina al processo che va dalla produzione al consumo. Nel caso del mulino da cereali, ad esempio, all'alimentazione degli uomini da un lato e alla cerealicoltura dall'altro; stesso discorso per i mulini industriali. Si potrà poi così affrontare in modo valido le questioni dei rapporti fra tecniche particolari e formazioni sociali del loro tempo.

Bibliografia

- R. ACQUAVIVA, *Il mulino ad acqua in Sicilia. Tecnica e lavoro*, Siracusa 1997.
- Acque di frontiera. Principi, comunità e governo del territorio nelle terre basse tra Enza e Reno (secoli XIII-XVIII)*, F. CAZZOLA (éd.), Bologna 2000.
- Acque, ruote e mulini a Torino*, G. BRACCO (éd.), Torino 1988.
- P. AEBISCHER, “Les dénominations du moulin dans les chartes italiennes du Moyen Âge”. *Bulletin Du Cange, Archivum Latinitatis Medii Aevi*, VII, 1932, 49-109.
- M.-C. AMOURETTI, G. COMET, *Hommes et Techniques de l'Antiquité à la Renaissance*, Parigi 1993.
- B. ANDREOLLI, “Il mulino ad acqua tra storia e letteratura. Spunti” in *Mulini, canali e comunità della pianura bolognese tra Medioevo e Ottocento*, P. GALETTI, B. ANDREOLLI (éds.), Bologna 2009, 27-33.
- B. ANDREOLLI, M. MONTANARI, *L'azienda curtense in Italia. Proprietà della terra e lavoro contadino nei secoli VIII-XI*, Bologna 1983.
- F. ARNALDI, *Latinitatis Italicae Medii Aevi inde ab a.CDLXXVI usque ad a.MXXII Lexicon Imperfectum*, Torino 1970.
- M. ARNOUX, « Les moulins à eau en Europe occidentale (IXe- XIIe siècles). Aux origines d'une économie institutionnelle de l'énergie hydraulique » in *L'acqua nei secoli altomedievali*, I, Spoleto 2008, 693-746.
- Atti del IV Convegno *De re monastica. Teoria e pratica del lavoro nel monachesimo altomedievale*, Roma-Subiaco, 7-9 giugno 2013, c.s.
- Atti del 9° Congreso Internacional de Molinología, Murcia, 9-11 maggio 2014, c.s.
- Bagno Vignoni e le sue acque. Progetto e restauro di un paesaggio storico*, S. Quirico d'Orcia 2000.
- A. M. BAUTIER, “Les plus anciennes mentions de moulins hydrauliques industriels et de moulins à vent”. *Bulletin Philologique et Historique*, II, 1960, 567-626.
- G. BEGGIO, *I mulini natanti dell'Adige*, Firenze 1969.
- A. BELMONT ET F. MANGARTZ (dir), *Les meunières. Recherche, Protection et Valorisation d'un patrimoine industriel européen*, Mainz 2006.
- U. BENASSI, *Codice Diplomatico Parmense*, I, Parma 1910.
- F. BETTONI E A. CIUFFETTI (éds.), *Energia e macchine. L'uso delle acque nell'Appennino centrale in età moderna e contemporanea*, Narni 2010.
- M. BLOCH, *Lavoro e tecnica nel Medioevo*, Bari 1970.

- M. BLOCH, “Avvento e conquiste del mulino ad acqua” in ID., *Lavoro e tecnica nel Medioevo*, Bari 1970, 73-110, 201-219.
- Boschi e controllo del territorio nel medioevo*, G. CHIARLE (éd.), Torino 2008.
- E. BRADFORD SMITH, M. WOLFE, *Technology and resource use in Medieval Europe*, Adelshot 1997.
- Bread for the People: the Archaeology of Mills and Milling*, D. WILLIAMS, D. PEACOCK (Éds.), Oxford 2011.
- Breviarium Ecclesiae Ravennatis (Codice Bavaro). Secoli VII-X*, G. RABOTTI (éd.), Roma 1985.
- P. BUONORA, *La valle Umbra. Genesi e trasformazione di un sistema idraulico (secoli XVI-XIX)*, Ancona 1994.
- Carte di Fonte Avellana.1 (975-1139)*, C. PIERUCCI, A. POLVERARI (éds.), Roma 1972.
- Carte di Fonte Avellana. 3 (1203-1237)*, C. PIERUCCI (éd.), Fonte Avellana 1986.
- Carte di Fonte Avellana. 4 (1238-1253)*, R. BERNACCHIA (éd.), Fonte Avellana 1989.
- E. CARUSO, *Mulini e mugnai in Romagna e nell'Italia del Medioevo*, Cesena 2004.
- CARUS-WILSON, “An industrial revolution of the thirteenth century”, *Economic History Review*, 11,1941, 39-60.
- S. CAVACIOCCHI (éd.), *Economia e energia. Sec.XIII-XVIII*, Firenze 2003.
- E. CHAMPION, *Moulins et meuniers carolingiens dans les polyptiques entre Loire et Rhin*, Paris1996.
- G. CHERUBINI, *Signori, contadini, borghesi*, Firenze 1974.
- L. CHIAPPA MAURI, *I mulini ad acqua nel milanese (secc. X-XV)*, Roma 1984.
- L. CHIAPPA MAURI, “Acque e mulini nella Lombardia medievale. Alcune riflessioni” in *I mulini nell'Europa medievale*, P. Galetti, P. Racine (éds), Bologna 2003, 233-268: 237-239.
- C. M. CIPOLLA, *Uomini, tecniche, economie*, Milano 1977.
- Codex Diplomaticus Amiatinus*, W. KURZE (éd.), I, Tubingen 1974.
- Codex Diplomaticus Langobardiae*, Torino 1873.
- Codice Diplomatico Longobardo*, L. SCHIAPARELLI (éd.), I, Roma 1929.
- G. COMET, *Le paysan et son outil. Essai d'histoire technique des céréales (France, VIIIe-XVe siècle)*, Rome 1992.

- G. COMET, « Un intermédiaire culturel : l'artiste ingénieur, l'Exemple de Strada de Rosberg » in *Histoire et société. Mélanges offerts à G.Duby*, IV, Aix en Provence 1993, 63-171.
- G. COMET, « Pour une histoire des moulins entre technique et idéologie » in *I mulini nell'Europa medievale*, P. GALETTI, P. RACINE (éds.), Bologna 2003, 7-36.
- Commercio e cultura mercantile*, R. A. GOLDTHWAITE, R. C. MUELLER (éds.), Verona 2007.
- M. E. CORTESE, *L'acqua, il grano, il ferro. Opifici idraulici medievali nel bacino Farma-Merse*, Firenze 1997.
- A. CORTONESI, *Ruralia. Economie e paesaggi del medioevo italiano*, Roma 1995.
- Y. COUTANT, *Dictionnaire historique et technique du moulin dans le nord de la France. De Lille à Cambrai du XIIIe au XVIIIe siècle*, Turnhout 2008.
- O. DELUCCA, *L'abitazione riminese nel Quattrocento. Parte I. La casa rurale*, Rimini 1991.
- J.-P. DEVROEY, *Économie rurale et société dans l'Europe franque (VIe-IXe siècles)*, Paris 2003.
- G. DREI, *Le carte degli Archivi Parmensi dei secoli X-XI (dall'anno 901 all'anno 1000)*, I, Parma 1930.
- CH. DU FRESNE DU CANGE, *Glossarium mediae et infimae latinitatis*, Graz 1954.
- C. DUSSAIX, « Les moulins à Reggio d'Emilie aux XIIe et XIIIe siècles ». *Mélanges de l'École française de Rome, Moyen Age- Temps Modernes*, 91, 1979, 113-147.
- Economia e energia. Sec.XIII-XVIII*, S. Cavaciocchi (éd.), Firenze 2003.
- Energia e macchine. L'uso delle acque nell'Appennino centrale in età moderna e contemporanea*, F. BETTONI, A. CIUFFETTI (éds.), Narni 2010.
- U. FORTI, *Storia della tecnica. Dal Medioevo al Rinascimento*, Firenze 1957.
- R. J. FORBES, « Energia motrice » in *Storia della tecnologia*, CH. SINGER et alii (éds.), II, Torino 1962.
- R. FORBES, *Studies in ancient technology*, II, Leiden 1965.
- E. FORCELLINI, *Totius Latinitatis Lexicon*, Padova 1827-1831.
- Forme ed evoluzione del lavoro in Europa: XIII-XVIII sec.*, Firenze 1991.
- R. FOSSIER, *L'équipement en moulins et encadrement des hommes (L'histoire des sciences et des techniques doit-elle intéresser les historiens?)*, Paris 1982.

- P. GALETTI, “I mulini nell’Italia centro-settentrionale dell’altomedioevo: edilizia e tecnologia” in *I mulini nell’Europa...*, 280-281.
- P. GALETTI, “Acque e mulini tra Età Medievale e Moderna”, in *Mulini, canali e comunità della pianura bolognese tra Medioevo e Ottocento*, P. GALETTI, B. ANDREOLLI (éds.), Bologna 2009, 17-26 .
- P. GALETTI, “Acque e mulini tra età medievale e moderna” in *Energia e macchine. L’uso delle acque nell’Appennino centrale in età moderna e contemporanea*, F. BETTONI, A. CIUFFETTI (éds.), Narni 2010, 4-14.
- P. GALETTI, “Production, commercialisation et qualité de meules à main et de meules à moulin dans l’Italie médiévale: un bilan de la recherche historique et archéologique” in *Bread for the People: the Archaeology of Mills and Milling*, D. WILLIAMS, D. PEACOCK (Éds.), Oxford 2011, 209-216.
- P. GALETTI, “I mulini monastici tra IX e XI secolo : tecnologia e organizzazione del lavoro e della produzione”, in corso di stampa negli Atti del IV Convegno *De re monastica, Teoria e pratica del lavoro nel monachesimo altomedievale*, Roma-Subiaco, 7-9 giugno 2013.
- P. GALETTI, “La ricerca sui mulini idraulici medievali in Italia”, in corso di stampa negli *Atti del 9° Congreso Internacional de Molinología*, Murcia, 9-11 maggio 2014.
- P. GALETTI E P. RACINE (éds), *I mulini nell’Europa medievale*, Bologna 2003.
- P. GALLUZZI, *Les ingénieurs de la Renaissance de Brunelleschi à Leonardo de Vinci*, Florence-Paris 1995.
- A. GARA, *Tecnica e tecnologia nelle società antiche*, Roma 1994.
- B. GILLE, “Le moulin à eau, une révolution technique médiévale”. *Techniques et civilisations*, 3,1954, 1-15.
- B. GILLE, “Macchine” in *Storia della tecnologia...*, 638-668.
- B. GILLE, *Les ingénieurs de la Renaissance*, Paris 1964,
- B. GILLE, *Storia delle tecniche*, Roma 1985.
- J. GIMPEL, *La révolution industrielle du Moyen Âge*, Paris 1975.
- J. GIMPEL, *The Medieval Machine. The industrial revolution of the Middle Ages*, London 1977.
- Gli atti privati milanesi e comaschi del secolo XI*, G.VITTANI, C.MANARESI (éds.), I, Milano 1923.
- GREGORIO DI CATINO, *Il Chronicon Farfense*, U. BALZANI (éd.), II, Roma 1903.

- Hidráulica agraria y sociedad feudal*, J. TORRÓ, E. GUINOT (eds.), Valencia 2012.
- Histoire et société. Mélanges offerts à G. Duby*, IV, Aix en Provence 1993.
- H. HOSHINO, *L'arte della lana in Firenze nel Medioevo*, Firenze 1980.
- I Diplomi di Berengario I*, L. SCHIAPARELLI (éd.), Roma 1903.
- I Diplomi di Ugo e di Lotario, di Berengario II e di Adalberto*, L. SCHIAPARELLI (éd.), Roma 1924.
- Il Regesto Sublacense dell'Undecimo secolo*, L. ALLODI, G. LEVI (éds.), Roma 1885.
- I mulini nell'Europa medievale*, P. GALETTI, P. RACINE (éds), Bologna 2003.
- Inventari altomedievali di terre, coloni e redditi*, A. CASTAGNETTI, M. LUZZATI, G. PASQUALI, A. VASINA (eds.), Roma 1979.
- F. KLEMM, *Storia della tecnica*, Milano 1966.
- L'acqua nei secoli altomedievali*, I, Spoleto 2008.
- R. J. LANGDON, *Mills in the medieval economy. England 1300-1540*, Oxford 2004.
- “La ruina dei Modenesi”. *I mulini natanti di Concordia sulla Secchia. Storia di una civiltà idraulica*, B. ANDREOLLI (ed.), Finale Emilia 2001.
- Le Leggi dei Longobardi. Storia, memoria e diritto di un popolo germanico*, C. AZZARA, S. GASPARRI (eds.), Milano 1992.
- Le ruote del pane. Mulini natanti e cultura molitoria della pianura padana*, R. RODA, G. SETTI (éds.), Mantova 2004.
- Les meunières. Recherche, Protection et Valorisation d'un patrimoine industriel européen*, Mainz 2006.
- L'Innovation technique au Moyen Âge*, P. BECK (éd.), Paris 1998.
- D. LOHRMANN, “Le moulin à eau dans le cadre de l'économie rurale de la Neustrie (VIIe-IXe siècles)” in *La Neustrie. Les pays au nord de la Loire de 650 à 850*, H. Atsma (éd.), Sigmaringen 1989, 367-404.
- D. LOHRMANN, “Travail manuel et machines hydrauliques avant l'an mil” in *Le travail au Moyen Âge. Une approche interdisciplinaire*, J. HAMESSE, C. MURAILLE-SAMARAN (éds.), Louvain-La-Neuve, 1990, 35-47.
- D. LOHRMANN, “Mühle, historisch”, in *Reallexikon der germanischen Altertumskunde*, t. 20, 2002, 281-287.
- D. LOHRMANN, « Les moulins d'un ingénieur allemand en Italie vers 1425 » in *I mulini nell'Europa medievale*, P. GALETTI, P. RACINE (éds), Bologna 2003, 303-316.

- P. MALANIMA, *I piedi di legno. Una macchina alle origini dell'industria medievale*, Milano 1988.
- P. MALANIMA, *Energia e crescita nell'Europa preindustriale*, Roma 1996.
- P. MALANIMA, *Prefazione*, in E. CORTESE, *L'acqua, il grano, il ferro. Opifici idraulici medievali nel bacino Farma-Merse*, Firenze 1997, 7-9.
- C. MANARESI, *I Placiti del "Regnum Italiae"*, I, Roma 1955.
- N. MANCASSOLA, *L'azienda curtense tra Langobardia e Romania. Rapporto di lavoro e patti colonici dall'età carolingia al Mille*, Bologna 2008.
- N. MANCASSOLA, "Acque e mulini da pane nella Romagna medievale" in *Energia e macchine. L'uso delle acque nell'Appennino centrale in età moderna e contemporanea*, F. BETTONI, A. CIUFFETTI (eds.), Narni 2010, 98-114.
- L. A. MORITZ, *Grain Mills and Flour in Classical Antiquity*, Oxford 1958.
- Moulins et meuniers dans les campagnes européennes. IXe-XVIIIe siècles*, M. MOUSNIER (éd.), Tolosa 2002.
- M. MOUSNIER (éd.), *Moulins et meuniers dans les campagnes européennes. IXe-XVIIIe siècles*, Tolosa 2002.
- J. MUENDEL, "The grain mills of Pistoia in 1350", *Bullettino Storico Pistoiese*, 74, 1972, 42-64.
- J. MUENDEL, "The distribution of mills in the florentine countryside during the late Middle Ages" in *Pathways Medieval Peasants*, J. A. RAFTIS (éd.), Toronto, 1981, 83-115.
- Mulini, canali e comunità della pianura bolognese tra Medioevo e Ottocento*, P. GALETTI, B. ANDREOLLI (éds.), Bologna 2009.
- Mulini da grano nel Piemonte medievale*, R. COMBA (éd.), Cuneo 1993.
- J. H. MUNRO, "Medieval Woolens: Textiles, Textile Technology and Industrial Organisation" in *The Cambridge History of Western Textiles*, I, D. JENKINS (éd.), Cambridge-New-York 2003.
- J. H. MUNRO, "I panni di lana" in *Commercio e cultura mercantile*, R. A. GOLDTHWAITE, R. C. MUELLER (éds.), Verona 2007, 105-141.
- L. NEJROTTI, "I mulini sulla Ceronda. Riconognizioni archeologiche" in *Boschi e controllo del territorio nel medioevo*, G. CHIARLE (éd.), Torino 2008, 77-92.
- M. G. NICO OTTAVIANI, *Statuti, territorio e acque nel medioevo*, Spoleto 2008.
- J. F. NIERMEYER, C. VAN DE KIEFT, *Mediae Latinitatis Lexicon Minus*, Leida 1984.
- Paesaggi urbani dell'Italia padana nei secoli VIII-XIV*, Bologna 1988, 277-330, 331-372.

- Pathways Medieval Peasants*, J. A. RAFTIS (éd.), Toronto, 1981.
- W. PELLEGRINI, *Antiche industrie di farina, olio e vino*, Atri 2003.
- A. I. PINI, "Energia e industria tra Savena e Reno: i mulini idraulici bolognesi tra XI e XV secolo" in *Tecnica e società nell'Italia dei secoli XII-XVI*, Pistoia 1987, 1-22.
- Produttività e tecnologie nei secoli XII-XVII*, S. MARIOTTI (éd.), Firenze 1981.
- P. RACINE, « Le paysage des moulins en Europe occidentale au Moyen Âge ». *Nuova Rivista Storica*, XV/II, 2006, 409-446.
- O. REDON, *Uomini e comunità del contado senese nel Duecento*, Siena 1982.
- T. S. REYNOLDS, 'Stronger than a hundred men'. *A history of the vertical water wheel*, Baltimore-London 1983.
- T. S. REYNOLDS, "Le radici medievali della Rivoluzione industriale". *Le Scienze-Quaderni, Il Medioevo*, 36, giugno 1987.
- C. RIVALS, *Il mulino. L'avventura del pane quotidiano*, Giunti-Storia Dossier-7, Firenze 1987.
- E. SALVINI, "Gualchiere e tiratoi a Firenze nel Medioevo". *L'Universo*, LXVII-4, 1984, 396-459.
- E. SANTINI, "Opifici idraulici medievali nel bacino del fiume Farfa". *Temporis Signa*, I, 2006.
- G. SEBESTA, *La via dei mulini, dall'esperienza della mietitura all'arte del macinare (molinologia)*, San Michele all'Adige 1977.
- P. SELLA, *Glossario latino emiliano*, Città del Vaticano 1937.
- F. SINATTI D'AMICO, *Per una città. Lineamenti di una legislazione urbanistica e di politica territoriale nella storia di Milano*, Todi 1979.
- G. M. SPERANDINI, *Mulini ad acqua tra Samoggia e Panaro*, Bologna 1994.
- P. SQUATRITI, *Working with water in medieval Europe. Technology and Ressource-Use*, Leiden-Boston-Koln 2000, 217-265.
- Storia della tecnica*, A. A. CAPOCACCIA, A. MONDINI (éds.), I, Torino 1973, 275-277; II, 139-149.
- Storia della tecnologia*, CH. SINGER et alii (éds.), II, Torino 1962.
- Storia della Tecnologia*, CH. SINGER, E. J. HOLMYARD, A. R. HALL, T. I. WILLIAMS (eds.), IV, Torino 1964.
- A. STOWERS, "Ruote ad acqua (1500-1850)" in *Storia della Tecnologia*, CH. SINGER, E. J. HOLMYARD, A. R. HALL, T. I. WILLIAMS (eds.), IV, Torino 1964, 206-221.
- Terra, acque e lavoro nella Viterbo medievale*, R. DE PALMA, A. LANCONELLI, (éds.), Roma 1992.

- The Cambridge History of Western Textiles*, I, D. JENKINS (éd.), Cambridge-New-York 2003.
- Storia e iconografia del mulino ad acqua*, in *Scuola e officina*, 1, gennaio-giugno 1990, 10-39.
- Tecnica e società nell'Italia dei secoli XII-XVI*, Pistoia 1987.
- G. TIRABOSCHI, *Storia dell'angusta badia di San Silvestro di Nonantola*, II, Modena 1785.
- J. TORRÓ, E. GUINOT, (eds.) *Hidraulica agraria y sociedad feudal*, Valencia 2012.
- P. TOUBERT, *Les structures du Latium médiéval. Le Latium méridional et la Sabine de IXe à la fin du XIIe siècle*, I, Roma 1973.
- P. TOUBERT, *Dalla terra ai castelli. Paesaggio, agricoltura e poteri nell'Italia medievale*, Torino 1995.
- L. WHITE JR., *Medieval technology and Social change*, Oxford 1963.
- O. WIKANDER, "Water-mills in ancient Rome". *Opuscula Romana*, 11, 1979, 13-3.
- O. WIKANDER, "The Use of Water-Power in Classical Antiquity". *Ibid.*, 13, 1981, 91-104.
- O. WIKANDER, *Exploitation of Water-Power or Technological Stagnation. A Reappraisal of the Productive Forces in the Roman Empire*, Lund 1984.
- O. WIKANDER, "Archaeological Evidence for Early Water-Mills, An Interim Report" in *History of Technology*, 10 (1985), 151-179.
- M. ZACCHIGNA, *Sistemi d'acqua e mulini in Friuli fra i secoli XIV e XV*, Venezia 1996.