

(*Tempi, uomini ed eventi di storia veneta. Studi in onore di Federico Seneca*, a cura di Sergio Perini, Minelliana, Rovigo 2003, pp. 477-487)

ANTONIO LAZZARINI

**IL «MOTORE ALPINO» DI ANDREA GALVANI.
TECNICHE DI TRASPORTO DELLA LEGNA NEL BOSCO DEL CANSIGLIO**

Il 16 ottobre 1838 a Venezia, nella sala dei Pregadi in palazzo ducale, si tiene con la consueta solennità, alla presenza dell'imperatore, la distribuzione dei premi d'industria e agricoltura conferiti dall'Istituto lombardo-veneto di scienze, lettere ed arti, con un anno di ritardo rispetto all'abituale scadenza biennale a causa della morte dell'imperatore Francesco I. Fra gli altri oggetti esposti vi è un modello del «motore alpino» di Andrea Galvani, vincitore di una delle sette medaglie d'oro, assegnate quell'anno in numero maggiore del solito¹.

Non è la prima volta che Andrea Galvani, industriale e possidente di Cordenons, presso Pordenone, consegue simili riconoscimenti. Laureato a Padova in legge ed in ingegneria, scienziato e inventore, possidente e imprenditore moderno, esponente di punta del rinnovamento tecnico-scientifico in atto sia nel settore agricolo che in quello industriale (nella provincia del Friuli particolarmente in campo serico)², ha già ricevuto una medaglia d'oro nel 1823 per un «odometrografo»³, un'altra nel 1827 per un moderno apparato per la trattura della seta e una terza due anni dopo per uno strumento agrario destinato ad eliminare i sassi dai campi dopo l'aratura⁴.

Questa volta l'invenzione investe il settore dei trasporti: serve nei boschi di montagna per innalzare carichi di legname a quote più elevate, risolvendo un problema che presenta particolari difficoltà.

In questo periodo il trasporto della legna da fuoco in borre e del legname da costruzione in taglie viene effettuato in discesa sfruttando la forza di gravità: o utilizzando varie specie di slitte oppure mediante lunghi

¹ *Atti della solenne distribuzione de' premi d'agricoltura e industria fatta in Venezia il 16 ottobre 1838*, Antonelli, Venezia 1839, pp. 49-51.

² Sulle sue molteplici attività e iniziative si veda il volume *Andrea Galvani 1797-1855. Cultura e industria nell'Ottocento a Pordenone*, a cura di G. GANZER, Edizioni Studio Tesi, Pordenone 1994. Cfr. anche F. BOF, *Gelsi, bigattiere e filande in Friuli da metà Settecento a fine Ottocento*, Forum, Udine 2001, pp. 73, 129, 164-166.

³ Si tratta di uno strumento per tracciare automaticamente sulla carta, alla scala voluta, il percorso stradale effettuato da un veicolo.

⁴ Cfr., oltre agli *Atti* della distribuzione dei premi nei diversi anni, F. CRIPPA, *Andrea Galvani studioso e inventore*, in *Andrea Galvani* cit., pp. 127-145. Galvani riceve dall'Istituto veneto di scienze, lettere ed arti anche cinque medaglie d'argento per altre invenzioni di vario genere.

canali di legno appositamente costruiti, detti *risine* nella montagna veneta e *lisse* in quella friulana, fino a raggiungere i corsi d'acqua che servono poi per la fluitazione, prima sciolta e poi legando i tronchi in zattere. Ancora non hanno fatto la loro comparsa vere e proprie teleferiche, o palorci, che verranno introdotte nella seconda metà del secolo, quando diventa possibile l'uso di lunghe funi metalliche⁵.

Allorché le caratteristiche del terreno impongono di superare lunghi tratti in salita occorre costruire strade per carri o animali da soma, con dispendio e fatica tali che vaste zone rimangono escluse da ogni sfruttamento: così avviene nell'area orientale del Cansiglio, bosco bandito nel Cinquecento dalla Repubblica e rimasto anche nell'Ottocento di ragione erariale, dove faggi e abeti restano inutilizzati, a parte i tagli abusivi effettuati dagli abitanti dei paesi circostanti, a causa delle gravi difficoltà e delle eccessive spese che comporterebbe il trasporto. Poco quindi si è tagliato in passato e poco si taglia in quelle zone per gli usi della Marina (faggi per remi e abeti per alberature e altri usi navali), e neppure si riesce ad appaltare i tagli ad imprenditori privati, come si è fatto invece più volte nella parte nord-occidentale del bosco: qui infatti il bordo dell'altopiano non risale di molto e si possono quindi effettuare le condotte in condizioni meno malagevoli e a costi non proibitivi, ma pur sempre con notevoli difficoltà, facendo scendere il legname con *risine* oppure sulla strada del Runal per innacquarelo nel lago di Santa Croce, farlo arrivare al Piave tramite il canale Rai e poi lungo il fiume a Venezia.

Chi ha tentato l'impresa nell'area orientale ha dovuto ritirarsi con gravi perdite. Fra il 1829 e il 1831 Leopoldo Provedon, imprenditore di Conegliano, ha acquistato il taglio di circa 40.000 piante nelle località Candaglia, Ceresera, Paradise e Col Zambul, approfittando della nuova politica forestale dell'Austria, volta a trarre dal Cansiglio un qualche introito mediante la vendita di faggi e abeti, effettuata in varie forme. In un primo momento Provedon ha fatto ridurre la legna in borre e per il trasporto ha aperto una strada lunga oltre quattro miglia e con una pendenza di appena il 4 per cento per il trasporto della legna tagliata facendola risalire fino ai margini sudorientali del bosco verso Polcenigo, in località Il Torrione, per poi farla precipitare fino al Livenza, oltre mille metri più in basso, e proseguire via acqua per Venezia⁶, dove veniva impiegata nelle vetriere di Murano, salvo una parte destinata ad una fornace di mattoni di sua proprietà e alle necessità dei villaggi circostanti. Il prezzo della legna non era però competitivo rispetto alle *borre* portate nella città lagunare con minore spesa dalla Val Cellina. Provedon tentava allora di ridurre la legna in carbone, ma nemmeno in questo caso riusciva a sostenere la concorrenza del carbone importato a Venezia via mare da Istria e Dalmazia: i costi di trasporto rimanevano troppo elevati, data la mancanza di acqua e di foraggio per gli animali, bovini ed equini, utilizzati per trainare i carri fino al limite del bosco⁷.

⁵ Risine e palorci sono molto accuratamente descritti in un lavoro dell'ispettore forestale di Belluno Pietro Soravia uscito nel 1885 sulla «Nuova rivista forestale italiana» e ora riprodotto in ristampa anastatica a cura di Lino Sief (P. SORAVIA, *Descrizione delle risine e palorci della provincia di Belluno*, Sommovilla, Belluno 1988).

⁶ Nel primo tratto per fluitazione legata, pur trovando le zattere notevoli difficoltà derivanti dal carattere tortuoso del corso del fiume, fino a Portobuffolè, dove il Livenza diventava navigabile e la legna veniva quindi caricata su barche. Si ipotizzò di rendere navigabile il fiume fino a Sacile, ma troppo elevati si rivelarono i costi, dovendosi escavare l'alveo, costruire sostegni, trasformare in levatoi i due ponti di Brugnera e Portobuffolè (Archivio di Stato di Venezia, *Ispettorato generale dei boschi*, b. 146, fasc. V.1, Rapporto 28 aprile 1833 n. 2346 dell'ispettore generale Giuseppe Sanfermo al Magistrato camerale).

⁷ Si calcolava che da 40.000 faggi si potevano ritrarre o 22.000 passi di borre di piedi cubi 125 l'uno (complessivamente metri cubi 115.632) oppure 40.000 corbe venete di carbone del peso di 120 libbre ciascuna (22.896 quintali): una quantità enorme, che poteva trovare un mercato adeguato soltanto a Venezia, dato che la città consumava annualmente

Ritiratosi il Provedon, gli subentra Andrea Galvani. Anch'egli incontra difficoltà insormontabili e rischia di dover abbandonare l'impresa, con grave danno economico e cocente umiliazione per l'insuccesso. Il problema fondamentale è sempre quello delle spese esorbitanti per far risalire il legname prima di avvallarlo, occorrendo provvedere, in condizioni ambientali difficili, alla costruzione di un nuovo tratto di strada e alla manutenzione di quella esistente per una lunghezza complessiva di cinque miglia, pagare una cinquantina di uomini per le operazioni di carico, condotta e scarico dei carri, provvedere acqua e fieno per più che altrettanti cavalli.

Galvani lo affronta e riesce alla fine a risolverlo brillantemente con l'invenzione e la realizzazione del suo «motore alpino», che gli consente di portare con poca spesa la legna fino al monte Ceresera, dal quale la fa scendere poi mediante una *sovenda*, cioè una *risina*, al «porto di carro» di Coltura, vicino a Polcenigo. Il meccanismo viene costruito nel 1836, entra in funzione l'anno successivo e resta in piena attività per un triennio, consentendo al suo ideatore di abbattere le spese di trasporto e di risanare il bilancio economico dell'impresa: poi, nel 1840, comincia a dar segni d'inecchiamento, dato che le rotaie di legno marciscono senza venire sostituite, limitando ad un terzo la quantità di legna trasportata, finché l'anno seguente Galvani ne decide lo smantellamento.

Questi, in estrema sintesi, i fatti. In tal senso vanno corrette le indicazioni fornite e le ipotesi avanzate in passato su questa vicenda⁸. Non è infatti l'Ispettorato generale dei boschi che deve provvedere al taglio e al trasporto di grosse quantità di legname, ma l'impresa è assunta da privati, prima Provedon e poi Galvani, che agiscono per proprio conto e operano con i loro mezzi; non viene emanato nessun bando dal Governo per trovare un metodo economico ed efficace per risolvere il problema, ma sono gli imprenditori a porre in essere diversi tentativi; la stazione superiore del «motore alpino», che non viene realizzato dall'Ispettorato generale dei boschi ma dal Galvani stesso, non è Col Zambul, ma la sommità del monte Ceresera; di conseguenza il successivo trasporto del legname non avviene in direzione nord-ovest, verso Pian Osteria, per raggiungere poi la strada del Runal e quindi il Piave, ma in direzione sud-est, verso Polcenigo, per arrivare al Livenza⁹; per questo tratto del percorso, inoltre, non viene utilizzata una «teleferica tradizionale in discesa», dato che tale strumento sarà introdotto soltanto alcuni decenni più tardi, ma una *risina*, essa sì mezzo tradizionalmente usato, anche in Cansiglio, per l'esbosco; il «motore alpino» non resta in funzione soltanto due anni, ma quasi cinque (1837-1841), anche se nell'ultimo biennio riduce notevolmente le sue prestazioni; esso, infine, non viene presentato al concorso nel 1836, anno in cui non è ancora entrato in funzione, ma nel 1838, quando Galvani ha già potuto sperimentarne ampiamente l'efficacia.

Le informazioni sulla vicenda, lunga e complessa, provengono dai testi dei contratti stipulati con gli appaltatori, dalle relazioni inviate al Magistrato camerale dall'Ispettore generale dei boschi (Giuseppe Sanfermo dal 1831 al 1834, poi Carlo Karwinsky, che ricoprirà la carica fino al 1862), dai rapporti degli

16.000 passi di borre e 60.000 corbe di carbone. Ma le borre del Cansiglio venivano a costare lire 54,54 al passo, contro le 48 di quelle della Val Cellina, peraltro di migliore qualità, e il carbone lire 3,79 la corba, contro le 3 di quello proveniente da Fiume (*ibidem*).

⁸ CRIPPA, *Andrea Galvani* cit., pp. 141-144.

⁹ Non avrebbe senso, del resto, far risalire la legna dalla località Il Vallone fino a Col Zambul per poi farla scendere a Pian Osteria: il risparmio del trasporto con animali sarebbe soltanto di qualche chilometro su terreno quasi pianeggiante, mentre molto lungo e quindi troppo dispendioso, per il legno di faggio, sarebbe il resto del percorso verso il lago di Santa Croce.

ispettori forestali che si sono succeduti in Cansiglio in quegli anni: Giovanni Maria Magoni (1824-1833), Leonardo Mantica (1833-1840), Antonio Pastori (1840-1848)¹⁰. Ne parla ampiamente anche Adolfo di Bérenger, che fra il 1837 e il 1838, semplice alunno forestale, è per parecchi mesi in Cansiglio, inviati in sostituzione dell'assistente Girolamo Raffaelli ammalato. Ancora giovane, ma già molto preparato, il grande studioso e tecnico forestale può quindi vedere da vicino la macchina di Galvani e osservarne il funzionamento, apprezzandone la semplicità e l'efficacia: ne riferisce alcuni anni dopo, nel 1845, quando ritorna in Cansiglio in qualità di assistente, nelle note e nell'appendice da lui aggiunte alla memoria dell'ispettore Magoni¹¹. Ma ne tratterà anche in seguito, nella sua fondamentale opera di storia e archeologia

¹⁰ Archivio di Stato di Venezia, *Magistrato camerale*, 1835-1839, XXII, 4/4, b. 551; *Ispettorato generale dei boschi*, b. 146, fasc. V.1; b. 192, fasc. V.8; b. 295, fasc. V.11; b. 338, fasc. V.4. Cfr. anche le indicazioni contenute nella relazione di stima del Cansiglio redatta dal commissario stimatore Biagio Ducati nel corso delle operazioni censuarie (Archivio di Stato di Milano, *Agricoltura* p. m., b. 7).

¹¹ Ho pubblicato la memoria Magoni con le note e l'appendice di Bérenger, in «Archivio storico di Belluno Feltre e Cadore», LXXI (2000), 312, pp. 148-209.

Riproduco nuovamente in questa sede, per ragioni di completezza, quanto in proposito scrive Bérenger nell'Appendice. «*Impresa Provedon Leopoldo*. Con contratto 5 settembre 1829 acquistò tutti i legnami posti nelle località Candaglia, sopra il Pian dell'Erba. Per estradurne il legname aprì a sue spese una strada carreggiabile che dal Pian dell'Erba conduceva all'alto della montagna di Polcenigo e quindi ai balzi di Torrione e Crep di Guarda. Dalle due ultime località balzando il legname giungeva alla sorgente detta Santissima, ove il fiume Livenza tiene principio. Da quel punto costruiva il Provedon opportune zattere di faggio che spediva a Venezia e forniva le vetraie di Murano. In vicinanza al detto fiume eresse pure il Provedon due edifici da sega pel legname d'abete con forni da calce e mattoni. Nei piani di Candaglia e dell'Erba costruì pure alcuni casoni di tavole per ricovero di animali e lavoratori. Questo primo contratto terminò col 31 dicembre 1832. I casolari furono distrutti, la strada abbandonata. Il prezzo da lui pagato pel legname fu di L. 6778,32.

Con contratto 10 aprile 1830 acquistò, come per appendice al primo, la piante tutte della località Ceresera. Il genere d'abete fu rivolto verso il lago di Santa Croce, quello di faggio fu convertito in carbone. Il debito dell'appaltatore per questo contratto era L. 8025,95.

Il 15 gennaio 1831 fece il Provedon acquisto con ultimo contratto delle piante tutte esistenti nelle tre generali località di Candaglia, Largetton e Paradise, che approssimativamente si calcolavano a 30 mille e doveva essere consumato entro l'anno 1836. Il Provedon peraltro non essendosi prestato alla consegna decadde dal contratto e l'impresa passò poi nelle mani del signor Galvani».

Su Galvani e il suo «motore alpino» Bérenger scrive, nella nota 31: «Provedon avendo voluto costruire una strada careggiabile a proprie spese onde per essa tradurre i legnami da Valscura fino alla vetta del monte Ceresera, e che in parte condusse a compimento, falì e cessò nel 1836 l'impresa al signor Andrea Galvani di Pordenone. Quest'ultimo ebbe l'idea felice di ideare e costruire una macchina, ch'egli chiamò *motore alpino*, mercé la quale giunse a sollevare le taglie dalla base della Ceresera fino alla cima del monte, da dove per mezzo d'una risina (*Holzviesse*) furono tutte sdruciolate fino al caricatore e di là tratte giù pel declivio opposto del monte.

Il meccanismo del motore alpino era altrettanto semplice quanto ingegnoso ed ebbe qualche analogia coi così detti *Holzauzüge* che si usano nei boschi di montagna della Stiria. Il motore alpino del signor Galvani consisteva in due rotaie parallele lunghe cadauna 700 metri circa, costruite in legno. Due carri a piccole ruote cilindriche servivano al trasporto dei legnami, collegati da una fune alquanto più lunga della rotaia, la quale alla sommità del monte giravasi attorno d'una ruota mobile quasi orizzontale. Uno di questi carri fu caricato di rocce che si scavavano sulla vetta della Ceresera e, acquistato il peso necessario, discese da se medesimo, rialzando in questa maniera il carro che correva sull'altra rotaia e che era caricato di legnami. Scaricati questi e riempito il carro di rocce, fece la stessa manovra, sollevando l'altro carro,

forestali: classificando e illustrando gli strumenti per le condotte terrestri del legname, infatti, presenterà il «motore alpino» di Andrea Galvani come un interessante esempio dei «levatoi a contrappeso», distinti da quelli «a burbera» in quanto utilizzano soltanto la forza di gravità, mentre questi ultimi sono azionati da semoventi, ruote idrauliche o macchine a vapore¹².

Questo levatoio – scrive Bérenger – chiamato dal suo inventore *motore alpino*, che lo fece distruggere nell'anno 1841, in cui spirò il contratto da lui stipulato coll'Erario, aveva una carreggiata lunga 700 metri, con 25 gradi di pendenza. Il suo meccanismo si componeva d'una *fune eterna*, interrotta in due punti equidistanti da due carri [...], obbligata nel fondo della valle ad una carrucola mobile, munita di grossa *ghiera* di ferro, a cui stava attaccato un *curro di tensione* fissato ad un peso di sufficiente calibro per prevenire il caso d'una rottura di essa fune e tenerla distesa durante le variazioni di tensione, cui soggiaceva continuamente tanto in forza delle oscillazioni igrometriche dell'atmosfera, che dello stesso movimento dei carri. Questi venivano caricati col peso di 1000 a 1200 chilogrammi, e ciò alternativamente uno di legname da sollevare, l'altro di rocce, tolte dalla sommità del monte in quantità sufficiente a poter servire di contrappeso e forza motrice, cioè vincere il peso dell'altro carro carico di legname ed obbligarlo ad ascendere, intanto che il primo discendeva. In questa guisa i due carri percorrevano l'indicata distanza di 700 metri in due minuti, sollevando il legname all'altezza di 300, e ciò ben ventotto volte in un giorno. Si noti che bastavano quindici soli uomini all'esercizio di tutto il meccanismo, il quale nell'effetto equivaleva alla forza di quaranta uomini e ventisei cavalli.

La descrizione di Bérenger, come quella fornita dall'ispettore Mantica nel 1837¹³, collima quasi del tutto, per gli aspetti tecnici, con la più ampia illustrazione fatta da Galvani nella relazione presentata all'Istituto

che nel frattempo era stato vuotato e riempito di taglie ossia fusti di faggio o d'abete. In questa maniera per un'altezza verticale di circa metri 300 si effettuò la salita in due minuti delle taglie più grosse, potendosi calcolare che con questo meccanismo 15 uomini che s'impiegavano producevano un lavoro equivalente a quello che produrrebbero cinquantasei cavalli e quarant'uomini se vi esistesse una strada careggiabile, la quale d'altronde sarebbe di difficile costruzione ed assai dispendiosa.

Né si può tacere che lo smovimento delle superiori materie che servirono di forza motrice al meccanismo stesso non apportarono nocimento al monte, né nel luogo ove si levarono, né nel luogo ove si depositavano. Tale meccanismo, attivato nel 1836, cessò nel 1841 perché quella parte di bosco non offriva altro legname. E quantunque il detto motore a pari circostanze avrebbe potuto essere altrove applicato con vantaggio e che lo stesso suo inventore era disposto di costruire un altro, non fu costruito un secondo perché la forza produttiva del bosco non permetteva che si facessero grandi vendite di legnami».

¹² A. DI BÉRENGER, *Dell'antica storia e giurisprudenza forestale in Italia*, Longo, Treviso e Venezia 1859 e 1863, p. 504 (rist. anast. col titolo *Studii di archeologia forestale*, Accademia italiana di scienze forestali, Firenze 1965). Nella tavola II.A l'autore fornisce anche il disegno di un levatoio a contrappeso. Col termine «levatoi di legname» (forse oggi diremmo meglio «elevatori») Bérenger traduce il tedesco *Holzaufzug*.

¹³ Archivio di Stato di Venezia, *Ispettorato generale dei boschi*, b. 192, fasc. V.8, Rapporto 15 marzo 1837 n. 536 dell'ispettore Mantica all'Ispettorato generale dei boschi. Mantica informa che il meccanismo, ultimato da due mesi, sarà posto in attività non appena il disciogliersi delle nevi lo renderà possibile: esso consente di portare la legna ad «una piccola valle in sommità di Ceresera», lungo un percorso di 500 metri con una pendenza che, inizialmente del 30, va crescendo fino al 75 per cento. Rispetto alle indicazioni di Galvani e di Bérenger la distanza percorsa dai carri secondo Mantica sarebbe quindi notevolmente minore (500 metri contro 700: ma è più attendibile Galvani, che ben doveva conoscere la lunghezza delle rotaie e delle funi); secondo Bérenger sarebbe invece minore il dislivello (300 metri anziché 400), sul quale Mantica non fornisce indicazioni. Permangono quindi su questi aspetti elementi d'incertezza. Quanto alla

veneto di scienze, lettere ed arti assieme ad un modello del meccanismo: modello poi restituito all'autore e ancora esistente¹⁴. Presso l'Archivio dell'Istituto si trovano una copia della relazione, che pubblico qui in Appendice, e la minuta del parere della commissione speciale incaricata di fornire un giudizio ai fini del concorso, composta dai professori Salvatore Dal Negro, Carlo Conti e Luigi Magrini¹⁵.

I membri della commissione, fra i maggiori esperti del Veneto nelle scienze fisiche e matematiche¹⁶, sono prodighi di elogi che possono sembrare eccessivi per una soluzione tanto elementare da apparire quasi banale. Come Bérenger, sono colpiti soprattutto dalla «meravigliosa semplicità» con cui Galvani ha risolto un problema che si presentava di difficile soluzione e nel loro rapporto, steso dal Magrini, esprimono grande apprezzamento per «un'idea altrettanto semplice che feconda». Pur non potendo «riconoscere un'assoluta novità in questo metodo di applicare la gravità come potenza motrice»¹⁷ e avanzando «alcuni riflessi sul calcolo dell'effetto economico che istituisce il Galvani intorno l'esposto metodo d'innalzamento»¹⁸, gli

pendenza, la media fornita da Bérenger, 25 gradi, corrisponde al 55 per cento: un po' di più della media fra i due dati, iniziale e finale, indicati da Màntica.

¹⁴ Viene raffigurato e descritto in *Andrea Galvani* cit, pp. 147-148, essendo stato esposto alla mostra allestita a Pordenone, di cui il volume in questione in parte costituisce il catalogo.

¹⁵ Archivio dell'Istituto veneto di scienze, lettere ed arti, b. 101, *Concorsi e premi industriali. 1838*, fasc. 104. Minore interesse presenta il giudizio della commissione centrale dell'Istituto, pubblicato negli *Atti* citati, che non fa che riprodurre in sintesi la relazione di Galvani, aggiungendo soltanto, a motivazione del conferimento del premio, che «la meccanica non può contare più gloriosi trionfi che quando adopera i meccanismi più semplici e il maggior possibile risparmio nella forza motrice».

¹⁶ Nel 1838 Dal Negro, settantenne, ricopre ancora la cattedra di Fisica sperimentale all'Università di Padova, conferitagli nel 1806, occupandosi soprattutto di ricerche nel campo dell'elettricità; Magrini è suo assistente (gli subentrerà come supplente alla sua morte, avvenuta l'anno successivo) e insegna Matematica e Fisica al Liceo Santa Caterina di Venezia, conducendo studi ed esperienze scientifiche in vari settori, fra cui quello dell'elettromagnetismo; Conti è supplente di Matematica applicata e di Geodesia e Idrometria, sempre a Padova, dove ha fondato l'anno precedente il Gabinetto di Geodesia e nel 1842 avrà la cattedra di Matematica applicata: nel 1840 diverrà membro effettivo dell'Istituto veneto di scienze, lettere ed arti (ricostituito assieme a quello lombardo), carica cui verrà proposto a più riprese anche Andrea Galvani, che però non sarà mai nominato dal Governo. Cfr. M. L. SOPPELSA, *Scienze e storia della scienza*, in *Storia della cultura veneta*, VI: *Dall'età napoleonica alla prima guerra mondiale*, Neri Pozza, Vicenza 1986, pp. 493-551 (in particolare pp. 517-520); G. GULLINO, *L'Istituto veneto di scienze, lettere ed arti. Dalla rifondazione alla seconda guerra mondiale (1838-1946)*, Istituto veneto di scienze, lettere ed arti, Venezia 1996, pp. 20, 25, 27, 32-34, 386; *Professori di materie scientifiche all'Università di Padova nell'Ottocento*, a cura di S. CASELLATO e L. FIGATTO, Lint, Trieste 1996, pp. 153-155, 161-162, 271-273.

¹⁷ «Da molti anni sul monte Pilato presso il lago di Lucerna nella comune di Alpnach in Svizzera Rapp seppe trarre profitto con un piano inclinato di quelle immense foreste che orribili precipizi rendevano inaccessibili. Da molti anni i costruttori delle strade ferrate si valsero dei *piani automotori* per far ascendere i traini senza alcun altro motore che l'eccesso di gravità. Ma nel primo caso non si trattava che d'impegnare la gravità relativa per calare nel lago gli alberi tagliati; e nel secondo di far guadagnare una data altezza a carri vuoti o poco carichi con dei sassi che per trovarsi alla sommità del piano costavano già un dispendio di potenza» (Archivio dell'Istituto veneto di scienze, lettere ed arti, b. 101, *Concorsi e premi industriali. 1838*, fasc. 104, Relazione della commissione speciale.

¹⁸ «La fune attiva pesa	libbre	2300
La fune morta altre	libbre	2300
Il carico della legna è di	libbre	2500
Il contrappeso d'altre	libbre	2500

riconoscono il merito «d'aver avuto la idea di approfittare dell'azione di quei pesi che la natura da tanti secoli aveva innalzato sulla cima di quel monte e che nulla od assai poco doveva costare all'uomo che s'immaginava d'impiegarli»¹⁹. E ribadiscono, proponendo alla commissione centrale di conferirgli il massimo premio: «Sta nel vero spirito di perfezionamento l'aver trovato la maniera di rendere profittevole una forza che è in nostro arbitrio il riattivare ad ogni istante. È vero che la natura aveva posto nelle mani di tutti questa potenza: ma è vero altresì che prima di Galvani la era perduta e passava davanti gli occhi per tanti secoli inutilmente»²⁰.

Nella relazione della commissione non si trova alcun cenno a questioni che oggi definiremmo d'«impatto ambientale», neppure sotto forma di preoccupazione per un'eventuale alterazione del paesaggio. Problemi di questo tipo sono ancora lontani dal sentire comune: le montagne del resto, benché qualche mutamento abbia già iniziato a profilarsi²¹, rimangono quasi estranee agli orizzonti culturali dell'uomo di città, considerate dai più luoghi selvaggi e inospitali, remoti e inaccessibili: certo utili per i materiali che forniscono (minerali e metalli soprattutto), ma non degne d'interesse sul versante estetico e su quello ricreativo. Una descrizione del Cansiglio come quella pubblicata in quegli stessi anni dal chimico e farmacista bellunese Bartolomeo Zanon su un giornale di Milano, tesa a valorizzare le bellezze naturali della foresta, appare ancora come

Il peso de' due carri altre	libbre	2600	
	Somma	libbre	13200
			ndr 12.200

E prossimamente 13 mila libbre.

Ora per avere lo stato prossimo al moto converrà vincere la resistenza degli attriti. Si consideri questa resistenza 1/6 della pressione avuto anche riguardo alla rigidezza della fune; dunque il carro da contrappeso dovrà essere sopraccaricato di 1300 libbre circa per ridurre il sistema nello stato prossimo al moto (le 1300 libbre sono 4/7 del 1/6 della pressione, essendo da calcolarsi la sola gravità relativa).

Diasi ora un eccesso di libbre 300; calcolando la gravità relativa nella proporzione di 700 di lunghezza sopra 400 di altezza, ossia nella proporzione di 7 a 4, secondo le leggi della discesa de' gravi, il traino impiegherebbe due minuti a discendere da quell'altezza. Ma siccome il Galvani dice d'ottenerlo in un minuto e mezzo, così per soddisfare alla legge l'eccesso non può essere minore di libbre 500 circa. Per la qual cosa il traino discendente si è caricato prima di libbre 2500 equivalenti ad altrettanta legna, poi di libbre

	1300
equivalenti alla resistenza degli attriti, finalmente dell'eccesso di circa libbre	500
In tutto libbre di materiali	4300

Se dunque in un giorno si effettuano 28 innalzamenti si renderà necessario di smuovere e caricare in un giorno almeno 120 mille libbre di materie che scendono nella valle, nel mentre non si possono elevare che sole 70 mille libbre di legname.

E per conseguenza non possiamo convenire col signor Galvani là dove stabilisce che «col motore alpino la spesa occorrente per elevare a qualsivoglia altezza ne' siti montuosi i legnami od altra materia qualunque è quasi perfettamente rappresentata dalla sola piccola spesa che s'incontra nel porre in una cassa l'equivalente peso di terra o di sassi tratti dal luogo in cui la cassa stessa si trova» (*ibidem*). La libbra grossa veneta corrisponde a kg 0,477. Va rilevato che la prima somma è errata (12.200 e non 13.200).

¹⁹ *Ibidem*.

²⁰ *Ibidem*.

²¹ A. FINOCCHI, *La montagna da vicino*, «Storia in Lombardia», XIV (1995), 1-2, pp. 313-328.

un'eccezione, benché non manchino precedenti settecenteschi di un diverso modo di vedere la natura, ad esempio nei dipinti di Marco Ricci²².

Andrea Galvani non ha però trascurato di porsi il problema e fornisce una risposta ad eventuali obiezioni di tal genere affermando che né l'estrazione dei materiali dalla parte alta del monte né il loro accumulo nel fondo del vallone possono lasciare tracce sensibili in un ambiente tanto vasto e impervio. Una conferma autorevole verrà più tardi da Adolfo di Bérenger, che si preoccuperà di precisare di non aver rilevato danni di sorta dopo quasi cinque anni di funzionamento del «motore alpino»²³.

Quanto alla questione della sua diffusione su vasta scala i tre avallano l'entusiasmo di Galvani affermando che «avrà estese applicazioni nei boschi della Germania». Ma si fermano qui: non lo seguono nelle sue previsioni, certo eccessivamente ottimistiche, di estensione dell'invenzione, previe alcune modifiche, a vari altri settori, quali la segagione del legname o la macinazione dei cereali.

Si tratta di ipotesi fantasiose. Ma anche restando nell'ambito del trasporto del legname, se può darsi che il meccanismo abbia esercitato qualche influsso sull'evoluzione degli *Holzauzug* in area tedesca, sta di fatto che in Italia, nonostante l'affluenza di curiosi rilevata da Galvani e la menzione fattane da qualche giornale in seguito al conferimento della medaglia d'oro²⁴, non sembra trovare imitazioni di sorta. Nemmeno in Cansiglio, come afferma Bérenger, benché Galvani sia disposto a costruirne un secondo²⁵.

Non viene ricostruito perché tagli della portata di quelli assegnati a Provedon e Galvani non vengono più concessi. I tecnici forestali più preparati e competenti (soprattutto Sanfermo, Mantica e Bérenger) cominciano infatti a rendersi conto che operazioni di questo genere, che si risolvono quasi in un taglio raso levando dalle zone interessate i tre quarti delle piante, risultano gravemente dannose al bosco perché i prelievi, aggiungendosi a quelli annuali effettuati per altri scopi, superano la sua forza produttiva: soprattutto in assenza di un qualsiasi piano assestamentale.

Se quest'ultimo resta in Cansiglio un obiettivo ancora lontano, sembra tuttavia maturare lentamente, fra il personale addetto alle foreste, una maggiore consapevolezza dei meccanismi della riproduzione boschiva e un maggior rispetto dei suoi ritmi, abbandonando precedenti progetti di interventi volti ad una radicale trasformazione di questo e degli altri boschi pubblici di montagna: interventi mirati all'espianto di tutti i faggi, ormai considerati «inutili» all'Arsenale veneziano, per sostituirvi i più utili abeti²⁶.

Appendice

La relazione di Andrea Galvani all'Istituto veneto di scienze, lettere ed arti (1838)*

²² B. ZANON, *Il bosco del Cansiglio*, «Cosmorama pittorico», III (1837), 36. L'ho ripubblicato in «Archivio storico di di Belluno Feltre e Cadore», LXXI (2000), 312, pp. 207-209.

²³ Cfr. *supra*, nota 11.

²⁴ Ad esempio in A. BELLANI, *Memoria sui boschi*, «Giornale agrario lombardo-veneto», serie II, vol. VI (1846), p. 218.

²⁵ Cfr. *supra*, nota 11.

²⁶ A. LAZZARINI, *Amministrazione statale e boschi pubblici della montagna veneta nel primo Ottocento*, «Archivio veneto», serie V, vol. CLII (1999), pp. 45-85; Id., *Patrizi, ussari, alboranti. Il bosco del Cansiglio fra Venezia, Napoleone e l'Austria*, Dario De Bastiani, Vittorio Veneto (TV) 2002.

* Archivio dell'Istituto veneto di scienze, lettere ed arti, Venezia, b. 101, *Concorsi e premi industriali. 1838*, fasc. 104.

MOTORE ALPINO

ossia nuova forza motrice tratta dalla gravità di materie solide

Fino da' remoti secoli l'uom s'accorse che la discesa dell'acqua da un punto elevato ad uno inferiore gli offriva una forza motrice di cui ne approfittò e ne approfitta con immenso vantaggio della società; ma limitando egli le sue viste all'acqua soltanto, il cui movimento di discesa fu a lui preparato e posto sott'occhio dalla natura, non pensò finora che un'uguale partito trar gli poteva, in certe circostanze, dalla discesa di materie solide, quantunque una tale discesa, invece che dalla natura, dovesse dall'uomo stesso esser promossa.

Questa è l'idea che ho sviluppato e posto in pratica, con esito soddisfacente, e dirò anzi brillante, nel bosco Cansiglio, valendomi del congegno di cui mi pregio d'assoggettarvi il modello.

Si trattava di dover necessariamente sormontare un'altezza a perpendicolo di metri 400 per effettuare l'estrazione da quel bosco di legnami da fuoco e, attesa la povertà di questa materia, nessuna cognita forza motrice e nessuno dei mezzi finora usati regger poteano al calcolo economico, per cui tutti gli speculatori che in quell'ardua impresa mi precedettero trovarono in essa o il grave loro discapito o la totale rovina.

Stava anch'io per ritirarmi, non senza danno e non senza vergogna, da quell'intraprendimento in cui pel troppo confidare nelle meccaniche risorse mi era imprudentemente inoltrato, allorché pensai che se dalla cima del monte, mediante una lunga fune, sovrapposta a grande carrucola, avessi fatto discendere una certa quantità di terra e di pietre in quel sito esistenti, avrebbero queste materie fatto ascendere dall'opposta inferiore estremità della fune una massa pressoché uguale di legna; e fermatomi su questo pensiero, diedi opera al semplicissimo congegno il cui riuscimento felice m'apportò la compiacenza di veder presidiato in tal guisa il pericolante mio interesse; e di avere aperto una nuova strada ad un ramo d'industria di ognor crescente importanza.

Senza entrare nei minuti dettagli del meccanismo che già si manifestano alla sola ispezione del modello, dirò qualche cosa sul modo di adoprarlo.

Caricano alcuni operai, colle vicine materie del monte, quello dei due carri che s'attrova alla sommità, intanto che altri operai pongono la legna nel carro inferiore, ed allorché il primo è bastantemente caricato discende pel proprio peso inalzando l'altro con imponente celerità. Arrivato al basso il carro superiore, ed arrivato alla sommità l'inferiore, si scaricano l'uno e l'altro per porre la legna in quello che conteneva la materia di contrappeso e per porre la materia di contrappeso in quello che conteneva la legna, e un tal giuoco si ripete successivamente, con prestezza proporzionata al numero degli operai che si vogliono impiegare.

Una grave difficoltà si opponeva da principio alla regolarità di questo giuoco, e consisteva nel peso della fune che unisce i due carri, peso che ascende a libbre 2300 grosse venete. Occorreva infatti caricare il contrappeso non solo di quanto bastava per equilibrare la legna che dovea ascendere, ma ancora delle libbre 2300 per la fune, che all'atto della partenza del contrappeso, gravitava tutta dalla parte ascendente; cosicché si aveva non solo il maggior dispendio del caricare quel di più di materia, ma avveniva ancora che passando successivamente la fune dalla ascendente parte alla discendente, andava costituendo a quest'ultima un eccesso di peso di libbre 4600, ch'è il doppio della fune; enorme eccesso, che obbedendo alla legge della discesa dei gravi, produceva una infrenabile velocità, con grave pericolo degli operai, e con detrimento dei carri e delle ruotaje.

Equilibrando la prima fune con un'altra di peso uguale situata all'opposta parte, e formata di più economica materia, siccome quella che non deve sostenere che il proprio peso (ho potuto riparare all'esposto inconveniente), e siccome un eccesso nel contrappeso vi deve pur essere per vincere quelle differenze di pendenza che s'incontrano nei diversi tronchi delle ruotaje lungo la falda della montagna, così per moderare a volontà la velocità di questo non grande eccesso, ho adottato un cuscino di legno, che da un uomo, mediante una lunga stanga, può venir compresso addosso

alla gran ruota nel senso della di lei circonferenza; ed è bastevole il suo sfregamento per regolare opportunamente la velocità, e per arrestare anche interamente i carri, occorrendo, in qualsivoglia punto del loro cammino.

Non poteano corrispondere più pienamente all'intento questi assai semplici, e apparentemente ovvj artifizj; e il lavoro d'inalzamento progredisce nel bosco da due anni in qua con una prontezza, con una regolarità, e con una sicurezza veramente meravigliosa.

Per far calcolo sull'effetto economico dell'esposto metodo d'inalzamento occorrono le seguenti nozioni:

1°. Che il viaggio che percorrono i carri nel caso nostro è di circa mezzo miglio, e precisamente di metri 700, e l'elevazione perpendicolare è di metri 400.

2°. Che a percorrere questo lungo viaggio non impiegano che un minuto e mezzo.

3°. Che s'adoperano nel lavoro N. 15 uomini, dei quali N. 12 in alto ad approntare e caricar la materia, cioè terra, e pietre, e N. 3 abbasso a por sul carro la legna, che si suppone già apparecchiata al caricatore.

4°. Che questo numero d'operai eseguiscano giornalmente 28 inalzamenti.

5°. Che ogni inalzamento è di circa libbre 2500 grosse trivigiane di legna; ciò che rappresenta l'ordinario carico d'un carro a due cavalli sopra una strada che abbia la montata del 5 per cento.

6°. Che volendo superare la detta elevazione con una strada carreggiabile dell'indicata pendenza, diverrebbe essa della lunghezza di cinque miglia, all'incirca; e non si potrebbe quindi ottenere dai cavalli che un solo viaggio.

Da questi dati risulta che soli quindici uomini col mio metodo producono un lavoro equivalente a quello di N. 56 cavalli e N. 50 uomini, 28 dei quali per guidare i 28 carri, e 22, che sarebbero anche pochi, per caricare e scaricare i carri medesimi.

A ciò si aggiunga che la costruzione di quella strada carreggiabile importerebbe un immenso capitale; che non sarebbe forse nemmeno eseguibile in tutti i punti; che non servirebbe che per piccola porzione del bosco e resterebbe poscia un capitale perduto, a differenza del mio apparato che si trasporta o si rifà in altro luogo con poca spesa; si aggiunga che il movimento di tanti carri in quel tronco di strada, attesi gl'imbarazzi dei carichi, degli scarichi, degl'incontri, sarebbe impossibile, a meno che non si facesse doppia la strada e molti piazzali, che in quelle località non sono praticabili; si aggiunga che il mantenimento dei cavalli in quel luogo costa più che nel piano, ed io lo so per prova; che sono essi a tutto peso nei molti giorni nei quali per festività o per contrarietà di tempi non possono lavorare; sono insomma infiniti i discapiti ai quali il nuovo mio metodo porta riparo.

E per quanto esagerato, e fors'anche paradossale, possa apparire l'indicato vantaggio economico di questo metodo, non cessa però d'esser vero, e giustifica quindi il rumore che s'è sparso nei dintorni e l'affluenza dei curiosi che, a dispetto del difficilissimo accesso, si recano in gran numero a visitarlo; giustifica le proposizioni che ho avuto oramai per l'applicazione in alcuni boschi della Germania, quantunque nessuna cura mi sia dato finora di diffonderne la notizia; e finalmente giustifica la fiducia che nutro della rispetta bile vostra approvazione.

Perché vie meglio si comprenda il vero spirito di questa invenzione, che dal nome delle montagne in cui fece la sua prima comparsa, mi piace intitolarla *Motore Alpino*; e perché si conosca il grado della sua applicabilità; come anche per prevenire alcune obbjezioni che dai non pratici delle montuose località potrebbon essere promosse, mi permetto di aggiungere le seguenti considerazioni:

1°. Col motore alpino *la spesa occorrente per elevare a qualsivoglia altezza ne' siti montuosi i legnami od altra materia qualunque è quasi perfettamente rappresentata dalla sola piccola spesa che s'incontra nel porre in una cassa l'equivalente peso di terra o di sassi tratti dal luogo in cui la cassa stessa si trova:*

2°. E siccome la spesa del riempire la cassa è una quantità costante e il suo movimento non è che un rapido volo, com'altrove s'è detto, così *la maggior altezza con questo mezzo non porta maggiore dispendio*; particolarità questa di cui il solo Motore Alpino ne gode il vantaggio, a differenza di tutte le altre forze motrici per le quali la spesa dell'inalzamento è sempre proporzionata all'altezza.

3°. Il meccanismo occorrente per l'ascesa e discesa dei carri riducendosi alla sola fune addossata ad una ruota del diametro di quattro metri, esclude il pericolo di sconcertarsi; e la corda stessa non essendo astretta a maggiori contorcimenti, non ispiega la sua rigidezza né ad assorbimento di forza motrice, né a detrimento di se medesima; ed è

ciò tanto vero ch'essendo essa in azione nel Cansiglio da circa due anni, non manifesta ancora la minima traccia di deperimento. Da ciò risulta che se piccolo è il costo del meccanismo, è piccolissimo quello della manutenzione.

4°. Se per avventura parlando di siti montuosi si pensasse a fertili e ridenti colli potrebbe sembrar sconvenevole lo smuovere dalla cima il fruttifero suolo per precipitarlo ad ingombrare bruttamente la valle erbosa, ma è ben diversa la circostanza delle grandi montagne per le quali è destinato l'alpino motore. È innocuo in esse lo smovimento dell'arida superficie; è innocuo l'ingombro delle scendenti materie, che vanno ad allogarsi nel fondo delle immense sterili sinuosità sottoposte; e in quelle vastissime e irregolarissime estensioni, appena traccia di se stesso lascierebbe un alpino motore che per più anni operasse.

5°. Senza badare al modello, che assai imperfetto dovetti offrirlo per non ingombrare soverchiamente la sala per cui è destinato, conviene avvertire che il carro superiore resta alquanto al di sotto del vertice del monte per aver lungamente materie elevate da approntarsi agevolmente sul piazzaleto che al principio del lavoro si va formando presso il carro. Così l'inferior carro non giunge all'estremo piede del monte, per cui le materie che da esso si vuotano, scorrono in giù senza servir d'imbarazzo alle successive.

6°. Rendendosi, per via del Motore Alpino, economicamente accessibili ai legnami da fuoco e da costruzione le più alte cime delle montagne, si troverà convenienza in molti casi nell'inalzarli, per poi farli discendere a portata di strade o di fiumi; rendendo in tal modo proficui alcuni di que' boschi la di cui uscita declive, unica prima d'ora adoprata, porterebbe in direzione opposta al luogo del consumo, ed a tali distanze da render dannosa la speculazione; cosicché il nuovo motore sovverte interamente il metodo d'esplorare la presumibile utilità dei boschi, in quanto che non al solo declive aver debbesi ora riguardo, ma convien anche prendere ad esame le favorevoli circostanze che al di là della più elevata parte del monte si riscontrassero.

7°. Giova per ultimo avvertire che l'uso del motore alpino non si limita al solo inalzamento delle materie, ma può ben'anche con vantaggio applicarsi al movimento, in luoghi montuosi, di molini a sega, di molini a grano, o di qualsivoglia altro edificio, sostituendo alla carrucola un grosso cilindro orizzontale; ciò che avrò occasione di sviluppare in altro momento.

Se pertanto dal lato dell'estrazione dei legnami apporta il Motore Alpino una specie di vantaggiosa rivoluzione nel sistema montanistico, può esser utile ancora per l'ultima indicata applicazione, e render quindi maggior il progresso al quale ho il contento d'aver confluuto.