

## MULINO SPERIMENTALE

nella R. Scuola d'applicazione degli Ingegneri in Torino



1. Il Ministero delle Finanze, penetrato della necessità di basare sopra i risultati di esperienze accuratamente instituite la scelta degli elementi che servono alla determinazione delle quote di macinazione in base ai giri marcati dal contatore, fin dall'agosto dell'anno 1873 proponeva al Ministero dell'Istruzione Pubblica di costruire un mulino sperimentale presso la R. Scuola d'Applicazione degli Ingegneri in Torino.

La Direzione della Scuola, interpellata dal Ministero dell'Istruzione Pubblica sulla possibilità e sull'opportunità di aderire alla proposta del Ministero delle Finanze, dichiarò: che sarebbesi potuto trarre partito del salto che esiste fra il giardino posto a mezzodi del vecchio fabbricato del Valentino ed il piano inferiore del nuovo fabbricato annesso allo stabilimento idraulico; che il mulino avrebbe potuto trovare posto conveniente all'estremità di mezzodi di quest'ultimo fabbricato, ponendo due palmenti al piano terreno e gli apparecchi da pulitura e da buratteria al piano superiore; e che, mediante una buona ruota idraulica a cassette, sarebbesi potuto disporre di una forza variabile da 7 a 12 cavalli-vapore.

La Direzione tecnica del Macinato, ritenendo questa forza come insufficiente per fare esperienze vevoli in

tutti i casi che s'incontrano nelle pratiche applicazioni della tassa sulla macinazione dei cereali, propose di utilizzare non solo il salto suindicato, ma quasi tutta la caduta esistente fra il detto giardino ed il fiume Po, onde raddoppiare almeno la forza disponibile facendo uso di una turbine per trasmetterla ai meccanismi.

Si stabilì: che il mulino dovesse principalmente servire per giungere a determinazioni serie, concludenti ed indiscutibili dei coefficienti di produzione da adottarsi nella fissazione delle quote per la tassa del macinato in base ai giri del contatore, tenendo conto delle varie circostanze che influiscono sui valori dei detti coefficienti, ossia della forza disponibile per la macinazione, della qualità e dimensioni delle macine, della qualità, provenienza e durezza dei cereali macinati e della finezza delle farine; che vi fosse mezzo di trovare la relazione che deve esistere fra la forza che consumasi nella macinazione e quella pei soli apparecchi da pulitura, pei soli apparecchi da buratteria e per tutti questi apparecchi simultaneamente in moto; che non mancasse la possibilità di istituire esperienze atte a dare idee sufficientemente esatte sulle resistenze passive per attriti nei collari degli alberi e negli ingranaggi.

L'incarico della direzione di tutti i lavori pel mulino sperimentale fu affidato al sottoscritto, il quale, essendo in possesso dei dati relativi a quest'opera, è ben lieto di poter far conoscere a questa rispettabile Società la generale disposizione e la particolarità dei nuovi meccanismi di cui, mercè l'iniziativa ed il concorso pecuniario dell'Eccellentissimo Ministero delle Finanze, fu arricchita la nostra Scuola per gli Ingegneri.

2. La disposizione generale del mulino è rappresentata nella tavola I la quale dà, nella figura 1<sup>a</sup> la sezione prodotta dal piano orizzontale  $AB$ , e nella figura 2<sup>a</sup> la sezione secondo il piano verticale  $CD$  nell'edifizio in cui sono stabiliti i meccanismi. Per avere poi un'idea delle

posizioni di questi ultimi, sonosi fatte le loro proiezioni sul piano orizzontale  $EF$  e sul piano verticale  $GH$ .

Sono assegnati al mulino i due membri  $I$  e  $K$  del pianterreno. Nel primo di essi si trovano i meccanismi da macinazione, ossia il mulino propriamente detto; mentre il secondo è destinato per depositarvi quelle granaglie e quelle farine che non si vorranno far passare al pulitore ed al buratto. Gli apparecchi da pulitura e da buratteria sono al piano superiore al di sopra del locale  $I$ ; mentre un quarto locale, estendentesi su un'area doppia di quella occupata dal locale  $K$ , si trova allo stesso piano superiore per deposito di granaglie che devono passare al pulitore e di farine che si ritirano dal buratto. L'entrata ai locali del piano inferiore si ha dal cancello il quale trovasi all'estremo del nuovo fabbricato del Valentino sulla facciata verso Po. Una scala a chiocciola  $a$  serve a mettere in comunicazione i locali dell'uno con quelli dell'altro piano; e dai locali del piano superiore si può sortire nel giardino annesso al fabbricato della Scuola.

Un canale  $L$ , il quale si stacca, in direzione normale, da quel canale dello stabilimento idraulico che corre parallelamente e presso il nuovo fabbricato del Valentino, riceve l'acqua destinata a dar moto ai meccanismi. L'asse di questo condotto è nel piano verticale passante per l'asse  $CD$  del membro  $I$ , e nello stesso piano trovasi l'asse verticale di un pozzo  $M$  sul cui fondo è stabilita la motrice dell'intero mulino. A questo pozzo tiene dietro una galleria  $N$  la quale, passando sotto il locale  $I$ , sotto la strada e sotto la ripa del giardino pubblico addossate al Valentino, sotto il viale principale del giardino ora indicato e sotto quello della Società dell'Eridano, ha il suo sbocco sulla sponda sinistra del Po di poco sopra il livello delle sue acque ordinarie.

3. L'acqua arriva dal canale o serbatoio  $L$  alla turbine  $b$ , posta sul fondo del pozzo, mediante un lungo tubo di ghisa  $c$  ripiegato alle estremità per imboccare superior-

mente col serbatoio or indicato e per unirsi inferiormente alla turbine.

L'albero di quest'ultima, mantenuto in posizione verticale da appositi cuscinetti, elevasi al di sopra della bocca del pozzo, e, mediante un gruppo *e* d'ingranaggi conici, trasmette il suo movimento al primo albero orizzontale *f*. Un secondo gruppo *g* d'ingranaggi piani serve per dare moto al secondo albero orizzontale *k*, il quale, mediante i gruppi *h* ed *i* di ingranaggi conici, mette in azione gli alberi verticali dei due palmenti del mulino.

Una puleggia *l*, inalberata sull'albero orizzontale *f*, con un cingolo *m*, il quale va ad avvolgersi sulla puleggia *o*, dà moto al piccolo albero orizzontale *n*. Un gruppo *p* d'ingranaggi conici serve alla trasmissione del movimento all'albero verticale *q*, il quale a sua volta, per la esistenza del gruppo *r* d'ingranaggi conici, mette in azione l'albero orizzontale *s*. Le pulegge 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ed 8 sono destinate a porre in moto, mediante altrettanti cingoli, gli apparecchi accessori; la puleggia 1 serve pel pulitore, le pulegge 2 e 3 servono per due elevatori dei cereali, la puleggia 4 pel buratto, la puleggia 5 per un distributore dei cereali alle macine, la puleggia 6 pel raffreddatore delle farine, la puleggia 7 per l'elevatore delle farine e la puleggia 8 ancora pel buratto.

4. Supponendo il motore in azione, ecco come funzionano i meccanismi del mulino. Posto il cereale nella cassa *O* che si trova al piano superiore, dall'elevatore *P* viene portato al pulitore *Q*. Il cereale pulito sorte verso il basso del pulitore ed è raccolto da un elevatore *R*, il quale, innalzato a conveniente altezza, lo lascia discendere all'origine di un distributore *S*, dove si trova una cassa con robinetto per l'umettazione del cereale quando si crede necessaria. La vite d'Archimede che si trova in questo distributore fa avanzare il cereale il quale, trovando due aperture seguite da appositi scaricatori, passa nei condotti verticali *T* e *T'* e quindi nelle tramogge *U* e *U'*,

che lo lasciano cadere fra le macine. Le farine discendono in *t* e *t'* al distributore *V*, la cui vite d'Archimede, posta in azione mediante il cingolo *u* e le pulegge *v* e *x*, le trasporta all'estremo *y* del distributore stesso. Portate dal condotto di scarico *X*, giungono al piede dell'elevatore *Y*, il quale le innalza fino in *z*, e di là discendono nel raffreddatore *Z*. Da questo raffreddatore passano nel buratto per essere divise secondo le varie grossezze e per essere raccolte ed insaccate in *I*, *II*, *III*, *IV* e *V*.

Volendosi macinare senza far passare le granaglie e le farine per le macchine da pulitura e da buratteria, basta mettere il cereale nelle tramogge *U* ed *U'*, tener ferma la vite del distributore *V*, e raccogliere in apposite casse le farine che sono allora obbligate di discendere pei canali  $\alpha$  ed  $\alpha'$ .

In *F* trovasi la gru la quale serve per sollevare le macine giranti in occasione della loro aguzzatura e del loro collocamento a sito.

5. Le trasmissioni sono combinate in modo da poter mettere in movimento o tutto intiero il meccanismo, o i due palmenti col solo pulitore o col solo buratto, o un palmento con pulitore e buratto, o un palmento col solo pulitore, o un palmento col solo buratto, o solamente i due palmenti, o solamente un palmento, o solamente il pulitore ed il buratto, o finalmente una sola delle due macchine pulitore e buratto. Anche la turbine può essere posta in moto indipendentemente dai meccanismi che essa deve mettere in azione.

Di più si è procurato di fare in guisa da riuscire comoda l'applicazione del freno dinamometrico non solo agli alberi verticali della turbine e dei palmenti, ma anche a tutti gli alberi orizzontali di trasmissione.

Si è anche pensato alla necessità di dover sperimentare su macine di differente diametro col rendere possibile il variare di posizione delle viti di livellazione, e tutti i meccanismi sono disposti in modo da potersi fa-

cilmente istituire esperienze serie e concludenti qualunque sia il congegno meccanico che vuolsi adottare per equamente stabilire le quote di macinazione.

6. Il mulino, nella scala di  $\frac{1}{20}$ , è rappresentato nella tavola II. La figura 1<sup>a</sup> ne è l'elevazione, la figura 2<sup>a</sup> la sezione secondo il piano verticale determinato dalla retta  $AB$ , e la figura 3<sup>a</sup> la sezione secondo i piani orizzontali determinati dalle rette  $CD$  ed  $EF$ .

L'intero meccanismo è stabilito sopra uno strato di buona muratura, ed i sostegni tutti sono in opera sopra resistenti pietre tagliate.

I sostegni principali del mulino consistono in otto colonne di ghisa, vuote internamente. Queste colonne, al di sopra dei loro capitelli, sono rilegate con un'intelaiatura formata con travi di ferro aventi sezione a doppio T simmetrico, e composta di due pezzi longitudinali e di quattro pezzi trasversali. I due pezzi trasversali estremi sono prolungati fino ad internarsi nel muro lungo il quale il mulino trovasi disposto.

L'intelaiatura indicata resta divisa in tre scompartimenti, e nei due estremi, aventi forma quadrata, esistono le macine dei due palmenti. Pel sostegno delle macine vi sono quattro cantonali di ghisa, uno dei quali è rappresentato nella figura 4<sup>a</sup> in elevazione ed in proiezione orizzontale. Questi cantonali hanno i fori per porvi le viti di livellazione delle macine.

L'albero  $a$  di ogni palmento è portato da un sostegno di ghisa  $b$ , e si può esso innalzare od abbassare mediante la leva  $c$  che si manovra girando il volantino  $e$ , posto alla sommità del sostegno di ghisa  $f$ . Un rocchetto  $g$  serve per la comunicazione del moto al detto albero e questo rocchetto si può innalzare od abbassare lungo l'albero stesso mediante una leva  $h$  che si manovra con un eccentrico ed un volantino  $i$ .

La macina fissa  $k$  è sostenuta da quattro viti di livel-

lazione  $l$ , e nel suo occhio trovasi ingessato il pezzo prismatico di ghisa  $m$ , il quale serve da collare superiore del palo  $a$ . La macina girante  $n$  è fissata alla sommità del detto palo mediante il pezzo  $o$  che giace fisso nella *naviglia*  $P$  e che ha nel suo mezzo un foro di forma piramidale. L'estremità superiore del palo, lavorata pure piramidalmente, entra in questo foro e rotando mette in azione la macina girante. Il particolare dell'unione della macina girante al palo è rappresentato in elevazione ed in proiezione orizzontale dal basso in alto nella figura 5<sup>a</sup>.

Il cereale arriva dalla tramoggia al tubo  $t$ , discende sulla piccola coppa di cui è munita la *naviglia*  $P$  e quindi, sotto l'azione della forza centrifuga, in modo uniforme vien lanciato nell'occhio della macina girante, d'onde si incammina fra le due macine per essere macinato e per sortire alla loro periferia esterna allo stato di farina. Il detto tubo è attaccato a cerniera all'estremità della leva  $u$ , la quale si può manovrare girando il volantino  $v$ ; e, allontanando più o meno la sezione infima del detto tubo dalla coppa suindicata, si fa arrivare maggiore o minore quantità di cereale fra le macine.

La farina, giunta nello spazio che rimane fra la macina fissa e la parete del corrispondente tino, s'incammina verso la bocca  $x$ , d'onde sorte o per essere portata all'elevatore  $Y$  e quindi al raffreddatore ed al buratto, o per essere raccolta in apposite casse come si è detto al numero 4.

La figura 6<sup>a</sup> rappresenta una sezione verticale passante per l'asse del pozzo in cui è stabilita la turbine e pel diametro minore della sezione orizzontale del pozzo stesso. Questa figura e le figure 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> della tavola II mettono in evidenza la forma del sostegno a cavalletto che serve per portare i cuscinetti superiori dell'albero della turbine, uno dei due cuscinetti del primo albero orizzontale di trasmissione, il volante  $y$  e tutti gli altri ordigni per regolare la distribuzione dell'acqua alla turbine.

7. Nella tavola III è rappresentata, alla scala dell'  $\frac{1}{6,66}$ , la motrice destinata a mettere in azione il mulino che stiamo descrivendo. Questa motrice è una turbine a distribuzione parziale provvista dalla casa Nagel e Kaemp di Amburgo, ed eccone una breve descrizione fatta sulle sette figure della citata tavola. Nella figura 1<sup>a</sup> si ha una parte dell'elevazione ed una parte della sezione per l'asse verticale della macchina; nella figura 2<sup>a</sup> è rappresentata, per una parte la sezione prodotta dal piano orizzontale  $AB$ , e per l'altra parte la sezione corrispondente al piano orizzontale  $CD$ ; nelle figure 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> si hanno l'elevazione e la proiezione orizzontale del vaso dal quale sorte l'acqua che deve agire sulla motrice; nelle figure 5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> sono rappresentate l'elevazione e la proiezione orizzontale del distributore; finalmente nella figura 7<sup>a</sup> si ha una parte della proiezione orizzontale e la sezione nella dentiera che serve a manovrare il distributore.

L'acqua è portata alla motrice da un tubo di ghisa, il quale ripiegasi alla sua estremità inferiore per ricevere un vaso  $E$ , chiuso totalmente al di sopra con un coperchio quasi a foggia di cuore e lateralmente solo in parte da un contorno cilindrico circolare. In questo contorno sono praticate due aperture o finestre  $b$  diametralmente opposte, ciascuna delle quali si estende sul detto contorno per un'ampiezza di circa 90°.

Intorno a questo vaso centrale, che si può considerare come una prima parte del distributore, può girare la seconda parte  $F$ , nella quale vi sono sedici canali, disposti ad otto ad otto su due ampiezze identiche a quelle delle due finestre  $b$ . Girando l'albero  $d$ , il rocchetto  $e$ , che igrana colla dentiera  $f$ , imprime alla seconda parte del distributore un moto rotatorio intorno alla prima, di maniera che in numero più o meno grande si possono far venire le origini dei canali suddetti innanzi alle fine-

stre, smascherando così una frazione di queste, mentre la frazione rimanente continua ad essere otturata dalla parte piena della scorza mediante la quale la seconda parte del distributore avvolge la prima. Le cose sono combinate in modo che si può produrre l'afflusso per due, per quattro....., e per sedici aperture. La seconda parte del distributore gira attorno alla prima aderendovi nel miglior modo possibile, di maniera che non avvii mai fra l'una e l'altra che la minima fuga d'acqua. Le direttrici dei canali si dipartono dalla circonferenza interna con direzione ad essa normale, ed incontrano la circonferenza esterna sotto un angolo acuto di circa 17°.

La motrice  $G$  sta attorno alla seconda parte del distributore il quale consiste in due eguali corone circolari poste in piani orizzontali e mantenute assieme per mezzo delle palmette. L'altezza di queste palmette è eguale a quella dei canali distributori, ed analogamente a quanto avviene nei diaframmi di questi ultimi, sono lateralmente terminate da superficie cilindriche verticali aventi per direttrici delle spirali. Le spirali della motrice rivolgono la loro concavità in direzione contraria a quella delle spirali del distributore, e, mentre queste cominciano in direzione del raggio e vanno a poco a poco inclinandosi regolarmente in modo da venire a cadere sulla circonferenza esterna sotto un angolo piuttosto acuto, quelle sono foggiate in modo che, conservando la loro curvatura nello stesso senso, presentano verso il mezzo il punto in cui la tangente converge al centro comune delle due circonferenze che le limitano. La larghezza dei canali del distributore nel senso normale ai suoi diaframmi va diminuendo dall'interno all'esterno. Per ottenere poi che i canali della motrice non crescano di larghezza dall'interno al mezzo e quindi diminuiscano dal mezzo all'esterno, ma che conservino larghezza costante o quasi costante, ogni sua palmetta ha due pareti come chiaramente appare dalla figura 2<sup>a</sup>.

Fra il distributore e la motrice vi è un piccolo giuoco per la voluta circolazione dell'aria atmosferica. Quattro razze *c* servono per unire la motrice al suo albero verticale il quale inferiormente trova appoggio e gira su un perno *g* fermato nel mezzo del coperchio della prima parte del distributore.

Il movimento rotatorio da imprimersi alla seconda parte del distributore, affinchè rimanga smascherata quella parte delle due aperture *b* che è necessaria allo smaltimento dell'acqua di cui si può disporre, si ottiene convenientemente girando il volante *y* (Tav. II). Il movimento del volante mediante appositi ingranaggi viene trasmesso al piccolo albero verticale *Z* alla cui estremità inferiore è fissata (Tav. III) la ruota dentata *i*, e quindi, mercè la ruota *h*, all'albero verticale *d*. Quando si gira il volante *y* (Tav. II) scorre sotto un indice fisso il disco graduato *a*, ed i numeri apposti alle divisioni di questo disco indicano quanti sono i canali del distributore attraversati dall'acqua.

L'albero della turbina è diviso in due parti, e la loro unione ha luogo a circa metà dell'altezza del pozzo. La parte inferiore è quella di maggior diametro, ma è vuota internamente; la parte superiore ha diametro minore e sezione circolare piena. Attraverso al pozzo vi sono due traverse di ferro; la più bassa in corrispondenza dell'estremità superiore della parte inferiore dell'albero, la più alta a circa metri 1,30 sotto la bocca del pozzo; e queste traverse servono per sopportare i cuscinetti che devono servire di guida dell'albero della turbina. Oltre questi cuscinetti ve ne sono altri due che fanno parte del sostegno a cavalletto posto sopra la bocca del pozzo.

8. Ci dispensiamo dal descrivere gli accessori del mulino, ossia gli elevatori, il pulitore, i distributori ed il buratto, giacchè queste macchine sono abbastanza note, nè presentano novità e particolarità meritevoli di speciali rimarche.

Diremo soltanto che il mulino, di cui abbiamo data una breve descrizione illustrata da disegni è, avuto riguardo al numero dei suoi palmenti, di una forza relativamente assai grande, e tale da poter spingere gli esperimenti di macinazione fino ai più alti limiti di forza di cui è permesso disporre su un sol palmento; giacchè parecchie esperienze dinamometriche state fatte col freno applicato all'albero della turbine hanno dimostrata la possibilità di poter disporre della rispettabile forza di 26 cavalli-vapore.

Torino, 26 aprile 1876.

*Ingegnere* CURIONI GIOVANNI.