

ATTI  
DELLA  
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCVII.

1910

---

SERIE QUINTA

---

RENDICONTI

---

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

---

VOLUME XIX.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

---

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1910

l'antenna trasmittitrice e la ricevitrice — una sensibile deviazione dell'equipaggio mobile dell'apparecchio. La sensibilità, già attualmente buona, ritengo potrà essere in seguito notevolmente accresciuta: e però già sin da ora si può dire che l'apparecchio viene a costituire un nuovo tipo di *rivelatore di onde hertziane*, assai semplice, di facilissimo uso pratico, e perciò utilissimo per ricerche e misure in radiotelegrafia. In ogni modo mi pare di poter sin da ora prevedere, col mio nuovo dispositivo, una importante applicazione nello studio interessantissimo del comportamento dei corpi magnetici in campi alternativi, sotto l'azione di correnti interrotte, alternate, e di onde hertziane.

E questo nuovo studio verrà ad aggiungersi a quello già da me precedentemente fatto sulla variazione di isteresi nei corpi magnetici in campi Ferraris, sotto l'azione di correnti interrotte ed alternate di ordinaria e ad alta frequenza.

È intanto del massimo interesse porre mente al fatto veramente notevole che la deviazione dell'equipaggio mobile avviene sempre, nelle condizioni in cui sono state eseguite le mie esperienze, nel verso  $u$ : lo che prova che in tali condizioni, il flusso  $\varphi_1$  risulta in ritardo di fase rispetto al flusso  $\varphi_2$ ; e che perciò la corrente oscillante ad alta frequenza, percorrente l'avvolgimento secondario  $s$ , ha per effetto di provocare un aumento e del ritardo di magnetizzazione nel corrispondente nucleo  $N_1$  di materiale magnetico.

**Agromonia e Fisica.** — *Di un nuovo coltro dinamometrico per la determinazione di alcune caratteristiche fisico-meccaniche del terreno.* Nota del prof. FEDERIGO GIORDANO, presentata dal Socio G. KÖRNER.

I.

La maggiore difficoltà che si presenta nello studio sperimentale comparativo delle macchine destinate alla lavorazione del suolo, è notoriamente quella di *definire* in modo preciso, razionale il terreno, determinandone i caratteri fisici che hanno effetto sul funzionamento dei loro organi operatori. Solo per quanto riguarda il *peso specifico* ed il *complesso scheletrico* non vi è luogo a discussione — mentre, per le caratteristiche le quali hanno più diretto rapporto con la resistenza opposta dal terreno alle azioni di penetrazione, di rivolgimento, di sminuzzamento, di urto, ecc. effettuate dagli organi di lavoro delle macchine, sono molto incerti o manchevoli i procedimenti di misura, ambigue talvolta le definizioni. Alludesi alle determinazioni della *resistenza d'attrito* nei confronti di quella *d'adesione*, e alle definizioni e

determinazioni importantissime della cosiddetta *tenacità* o *coesione* — per non dire delle ricerche sulla resistenza alla *compressione*, alla *flessione* (Rezek) ed anche alla *elasticità* del terreno che i più moderni sistemi di coltura meccanica, a velocità sino di m. 2,50 al 1", non permettono più di trascurare.

È nei riguardi della *coesione* o *tenacità* delle terre che le idee appaiono più discordi e irrazionali. Si è, per esempio, ammesso da alcuni agronomi che della tenacità delle terre possano dare almeno un concetto comparativo gli sforzi di rottura per flessione (Schübler-De Gasparin) o per schiacciamento (Haberlandt), oppure la lentezza più o meno grande di trapanazione (Passerini) — eseguendo le menzionate prove secondo convenzionali modalità e su prismi di terra compressa, essiccata, ecc., in modi del pari convenuti. Si opera così su terreno che è fuori delle condizioni naturali, pur non essendo affatto dimostrato che vi sia una dipendenza semplice e diretta fra quei modi di rottura o di disgregazione e la *tenacità* intesa nel senso, che pare concordemente ammesso dagli agronomi, di resistenza specifica al *distacco* effettuato secondo un piano per azione di un coltello cuneiforme (*resistenza di penetrazione* o *Eindringungswiderstand* dei tecnologi tedeschi, la quale infatti, *considerata a se*, direttamente dipende dal modo di aggregazione, di varia natura, delle particelle costituenti il terreno).

Di conseguenza è ben naturale che godano ancora il maggior favore dei tecnici i procedimenti della *vanga dinamometrica* e del *coltro dinamometrico*, suggeriti da Coulomb e Poncelet e studiati ed attuati poi dal Conte De Gasparin. Non vi ha dubbio anzi che il coltro dinamometrico, opportunamente applicato ad un carrello, rappresenti quanto di meglio sin qui si è saputo fare dai pochi sperimentatori che, provando macchine agrarie, rammentarono la necessità di saggiare in qualche modo la coesione del terreno (Niccoli).

Senonchè — come anni sono, chi scrive, ebbe già a far rilevare <sup>(1)</sup> — il coltro dinamometrico non ha fornito sinora dei numeri veramente o sicuramente comparabili, perchè i vari operatori nei loro scritti non ne definirono mai gli elementi dai quali dipende lo sforzo che a quel *cuneo* od a quella lama con *tagliante cuneiforme* si deve applicare per traslarla nel terreno (angolo di taglio, larghezza delle faccie, ecc.).

E se d'altra parte, allo scopo di rendere confrontabili i risultati, intervenisse un accordo sulla scelta delle dimensioni e sulle modalità di applicazione del coltro dinamometrico De Gasparin, non sarebbe ancora per nulla sicuro che codesto istrumento divenisse atto a fornire un criterio, *sia pure convenzionale* <sup>(2)</sup>, per la stima comparativa delle terre. Invero, lo sforzo

<sup>(1)</sup> *Considerazioni e proposte intorno alla determinazione di alcune caratteristiche fisico-meccaniche del terreno e allo studio dell'aratro*. Milano, 1907 — pag. 6.

<sup>(2)</sup> Il lato convenzionale è forse inevitabile in questo campo, ma evidentemente gli

applicato a tralare il coltello (e che, riferito all'unità di lunghezza del tagliante confitto nel suolo, si pretende assumere quale misura della *tenacità*) rappresenta la somma d'un complesso di resistenze varie:

1) di separazione del terreno, vincendone la coesione sulla linea di taglio col deviare, frantumare, recidere, tralare *avanti al filo* del cuneo gli elementi costitutivi, i filamenti o fibre vegetali, le radici, le pietruzze, ecc.;

2) di attrito e adesione *sulle faccie* del cuneo; di compressione, frantumazione, sviamento delle parti a lato delle faccie stesse.

Ora, se il complesso delle resistenze del primo gruppo può rappresentare la *tenacità* del terreno (nel senso agronomico ed in considerazione della particolare natura e struttura del mezzo), è pure certo che nulla hanno a che vedere con la *tenacità* del terreno le resistenze del secondo gruppo. E siccome ai due gruppi di resistenze corrispondono indubbiamente sforzi in diverso rapporto da un terreno all'altro, così il valore totale che si misura non solo mancherà del significato che solitamente gli si attribuisce, ma neppure costituirà un appropriato, sicuro termine di confronto della *tenacità* dei vari terreni, in quanto esso comprende elementi che falsano i *valori relativi* di quella caratteristica.

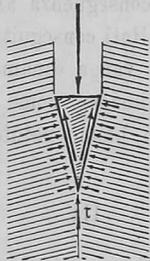


FIG. 1.

II.

Di qui è nata l'idea di costruire uno speciale cuneo o coltello dinamometrico, che consenta l'*analisi* degli sforzi — o quanto meno sia atto a fare isolatamente conoscere lo sforzo che il cuneo richiederebbe per avanzare nel terreno preventivamente tagliato secondo il percorso del suo filo (fig. 1), onde per differenza dallo sforzo totale si ricavi poi la già menzionata *resistenza di penetrazione o di taglio*  $\tau$  (Codron, Demuth, ecc.), ossia il numero che in agronomia si dovrebbe considerare quale misura della *coesione* o *tenacità*.

accordi dovrebbero limitarsi a quei punti che assolutamente sfuggono ad ogni nostra analisi, ossia che non comprendono, insieme ad uno o più elementi non ancora definibili, un gruppo di elementi ben noti e misurabili a parte: tale è appunto il caso del coltro, come più avanti si discute.

E si ottiene così infatti la misura della tenacità secondo il più volte ricordato concetto teorico, a condizione che il cuneo bene affilato si avanzi in un impasto omogeneo di minutissimi elementi. Inoltre, per ogni altro impasto o terreno naturale, la tenacità misurata a quel modo corrisponde ancora al concetto che di essa ricorre nella meccanica agraria — posto che ad esempio il coltro e il vomero di un aratro, oltre la pura azione di penetramento nel terreno (*Eindringungswiderstand*, *Schnittwiderstand*), si troveranno a produrre *col loro tagliente* le medesime azioni di recisione, frantumazione, traslazione, sviamento che il coltello dinamometrico ha nello stesso terreno *col proprio tagliente* effettuato — mentre le svariate e diverse azioni che si esercitano sulle *faccie*, comunque inclinate o profilate o estese, sia dell'attrezzo che dell'istrumento di misura, saranno escluse dal conto.

Solo adunque se in tal modo ottenuto, il valore della tenacità potrà davvero considerarsi quale espressione di una caratteristica del *terreno*, indipendente dalla natura dell'*attrezzo* e dalla forma dell'istrumento adoperato <sup>(1)</sup>, almeno per quanto lo ammette la natura del mezzo che intendesi di definire. E solo allora vi può essere speranza che la cognizione della tenacità possa giovare all'*analisi* delle condizioni di funzionamento degli organi delle macchine operanti nel suolo, e di conseguenza al loro studio razionale e alla discussione comparativa dei risultati conseguiti in luoghi diversi: i numeri ottenuti mediante il coltro o la vanga dinamometrica De Gasparin parvero talvolta utilizzabili — ma fu illusione, come afferma il Ringelmann e come altri molti, prima e dopo di lui, hanno potuto constatare <sup>(2)</sup>.

### III.

Come il principio esposto trovi attuazione, è dimostrato dallo schema fig. 2.

Il coltello dinamometrico A è formato di due lame d'acciaio sottili ed affilate, aventi in comune lo spigolo tagliente ed applicate ad un carrel-

<sup>(1)</sup> Cfr. il precitato studio dell'autore, pp. 5-7.

<sup>(2)</sup> A proposito dei tentativi del De Gasparin di studiare la dipendenza fra i risultati della vanga dinamometrica e quelli delle prove di trazione del coltro di un aratro, ecc., il Ringelmann nel 1902 scriveva: «... je dois avouer qu'enthousiasmé par cette méthode élégante, je repris les expériences tant à Grand-Jouan qu'à Grignon et il n'y a pas lieu de m'étendre ici sur les résultats malheureux de ces recherches: dans les conditions les plus favorables, j'obtenais avec la bêche dynamométrique des chiffres variant dans le rapport de 1 à 2 ou à 3, et il était impossible de les relier aux tractions relevées par le dynamomètre enregistreur » (*Rapport sur les essais de Plessis*, pp. 92-93). In conclusione, il prof. Ringelmann finì col limitarsi, nelle prove di aratri, al solo rilievo del peso specifico del terreno, pure riconoscendone l'insufficienza ed affermando la necessità di studiare razionali procedimenti per la determinazione delle numerose caratteristiche fisiche del terreno che interessano il lavoro delle macchine agrarie.

lino B in modo tale che siano libere di compiere un piccolo movimento angolare relativo: il movimento loro concesso è però solo quello consentito dalla insensibile deformazione della *capsula dinamometrica* C <sup>(1)</sup> interposta a mezzo di opportune braccia fra le due lame, che in tal guisa possono disporsi a formare tra loro un angolo acuto quanto si vuole <sup>(2)</sup>. Le azioni che si esercitano sulle faccie del cuneo, trasmesse alla capsula dinamometrica, sono indicate o registrate dal manometro D.

Si determina, con due serie di letture o due diagrammi, lo sforzo netto di trazione P del coltro operante un taglio verticale della voluta profondità h;

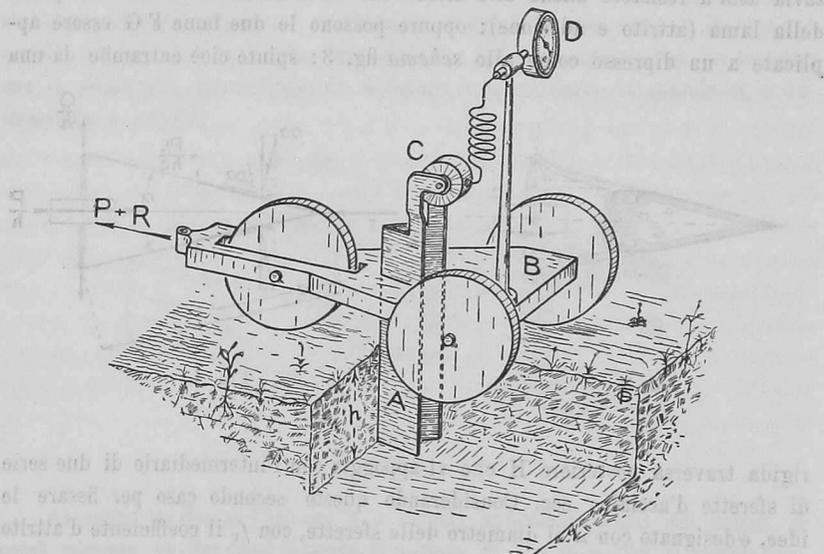


Fig. 2.

contemporaneamente si nota lo sforzo Q sulla capsula dinamometrica <sup>(3)</sup>: i

<sup>(1)</sup> F. Giordano, *Le ricerche sperimentali di Meccanica agraria* (Milano, 1906), pag. 132 - e particolarmente la comunicazione fatta al II Congresso internazionale di meccanica agraria (Vienna, maggio 1907) su *Einige neue Dynamometer besonders angewandt an das Studium der landw. Maschinen*.

<sup>(2)</sup> Anche sino ai valori che i pratici ordinariamente adottano negli aratri:  $10^\circ \div 14^\circ$  per i coltri,  $8^\circ \div 15^\circ$  per i vomeri (Lázár).

<sup>(3)</sup> Il coltello dinamometrico, anzichè ad uno speciale carrellino, si applica convenientemente ad un *carro dinamometrico*: chi scrive ha costruito uno di codesti carri che, essendo provveduto di manometro registratore (perchè vi è applicato il dinamometro a liquido, in rapporto alle vedute esposte al II Congresso internazionale di meccanica agraria), si presta particolarmente allo speciale uso. E cioè lo stesso carro è successivamente adoperato per il saggio del terreno e per la prova dinamometrica della macchina agraria: nel primo periodo, su uno stesso diagramma si possono avere le curve dei valori P e Q in ogni istante corrispondenti, il che permette di meglio chiarirne le eventuali singolarità.

corrispondenti sforzi per unità di lunghezza del taglio  $\frac{P}{h}$  e  $\frac{Q}{h}$ , la tenacità  $\tau$  riferita alla stessa unità di lunghezza, il coefficiente  $f$  di attrito e adesione, la pressione  $p$  che il terreno esercita per unità di superficie sulle lame che vi si internano, l'angolo  $\alpha$  del tagliente, la larghezza  $a$  delle lame ed il braccio  $c$  della reazione  $Q$  opposta dalla capsula — sono legate da una equazione la quale naturalmente dipende dal disegno e dal modo di attacco dello speciale coltello. Può ad esempio essere una delle lame fissata al carterello e l'altra articolata con essa a mezzo di lastra sottile, flessibile e tuttavia atta a resistere anche allo sforzo che vi inducono le azioni nel piano della lama (attrito e adesione); oppure possono le due lame  $FG$  essere applicate a un dipresso come allo *schema* fig. 3: spinte cioè entrambe da una

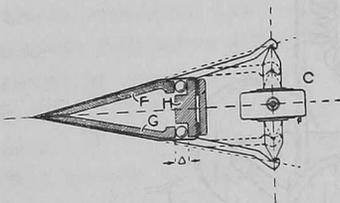


FIG. 3.

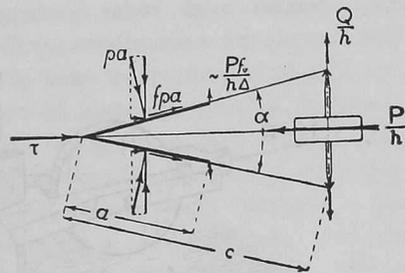


FIG. 4.

rigida traversa posteriore H che vi appoggia con l'intermediario di due serie di sferette d'acciaio; ecc. Considerando questo secondo caso per fissare le idee, e designato con  $\Delta$  il diametro delle sferette, con  $f_v$  il coefficiente d'attrito volvente che loro corrisponde, si ha (v. fig. 4):

$$(1) \quad \frac{P}{h} = \frac{2}{h} \left( Q \frac{c}{a} + P \frac{f_v}{\Delta} \right) [\sin \alpha + f(1 + \cos \alpha)] + \tau,$$

d'onde, determinato  $f$  con ben noti procedimenti, si ricava il valore della tenacità  $\tau$ .

O meglio — costruito il coltello in guisa da poter mutare  $\alpha$  in un diverso angolo  $\alpha'$  (come è facilissimo) <sup>(1)</sup>, e ripetute le osservazioni ottenendo, in luogo di  $P$  e  $Q$ , i valori  $P'$  e  $Q'$  — si stabilirà fra queste nuove grandezze, ritenute le altre costanti, un'equazione analoga alla (1), che, con essa com-

<sup>(1)</sup> Su gli accorgimenti costruttivi escogitati per variare l'angolo  $\alpha$ , per irrigidire in basso le lame, per rinnovare facilmente le parti logorabili o affilare il taglio, per impedire al materiale terroso l'accesso fra le parti che devono conservare immutata la mobilità, ecc., si riferirà in altra Nota, insieme ai risultati di ordinate prove che saranno intraprese con l'ideato strumento.

binata, permetterà di calcolare

$$(2) f = \frac{P - P' - \frac{2c}{a} (Q \operatorname{sen} \alpha - Q' \operatorname{sen} \alpha') - \frac{2f_v}{A} (P \operatorname{sen} \alpha - P' \operatorname{sen} \alpha')}{\frac{2c}{a} [Q(1 + \cos \alpha) - Q'(1 + \cos \alpha')] + \frac{2f_v}{A} [P(1 + \cos \alpha) - P'(1 + \cos \alpha')]}$$

e quindi dalla (1) si ricaverà  $\tau$ , ammesso che  $\tau$ , almeno fra certi limiti, non dipenda da  $\alpha$ .

Se si ha il dubbio che la pressione del terreno non si distribuisca con uniformità *sulla larghezza* delle lame, come nella (1) fu ammesso — o se si hanno altre incertezze — si potranno compiere nuove serie di letture con angoli diversi del tagliente onde stabilire altre equazioni che, in sistema con le precedenti, permettano di calcolare o di verificare le grandezze indeterminate o incerte.

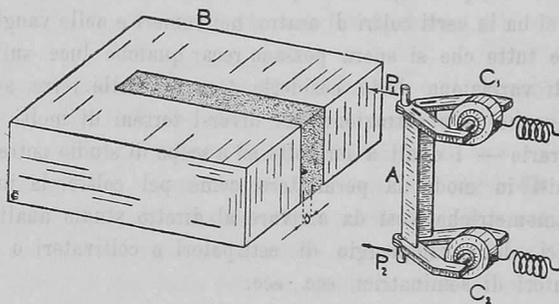


FIG. 5.

Al solito modo, con successivi e diversi approfondimenti del coltro, si potrà rilevare, se del caso, il modo di variare di  $f$  e di  $\tau$  con la profondità. Ed a controllo o a migliore studio di quelle caratteristiche, si potrà anche determinare la posizione della risultante delle resistenze opposte dal terreno, con l'applicare il coltro ad un sistema oscillante trattenuto da apposito dinamometro, secondo il principio dell'ing. Paolo Ceresa-Costa, attuato anni sono dall'Ufficio tecnico della Federazione italiana dei Consorzi agrari <sup>(1)</sup>: per ragioni evidenti sarà tuttavia opportuna anche qui la sostituzione di una capsula dinamometrica al dinamometro a molla.

#### IV.

Appare di qui tutto un campo nuovo di studi, ma converrà anzitutto procedere, come si ha in animo di fare, a sistematiche indagini di laboratorio. Lo strumento adatto, poco diverso di quello proponibile per il pratico uso, risulta schematicamente dalla fig. 5: il coltro A, con due capsule dinamome-

<sup>(1)</sup> Dott. G. C. Pampari, *Lo studio dell'aratro*, Piacenza, 1906, per cura della Federazione italiana dei Consorzi agrari.

triche  $C_1, C_2$  per maggior delicatezza della misura, può agire su impasti omogenei o terre compresse nella cassetta B, munita di fenditura senza o con schermi scorrevoli per trattenere il materiale finchè non vi penetra il coltro. Qui sarà facile determinare direttamente il valore dello sforzo specifico  $p$  necessario a comprimere il materiale per uno spessore  $s$  uguale a metà di quello del coltro; e sarà facile anche di constatare con esploratori di pressione <sup>(1)</sup> la distanza sino alla quale per effetto del taglio il materiale si addensa, così da poter assegnare alla cassetta B una sufficiente dimensione trasversale. — Per la più completa analisi dei fenomeni, potrà risultare conveniente, in laboratorio, la non difficile costruzione di un coltello provveduto di un maggior numero di capsule, allo scopo di determinare direttamente gli sforzi di attrito e di adesione sulle lame o altri elementi. Si dovrà rilevare l'effetto di una stretta e sottilissima lama anteposta al tagliente del cuneo — nonchè l'effetto del prolungamento posteriore delle lame secondo piani paralleli, come si ha in certi coltri di aratro, nei vomeri e nelle vanghe; ecc., ecc.

Ricerche tutte che si spera possano recar qualche luce sulla natura e sulle leggi di variazione della cosiddetta *tenacità* delle terre, sui fenomeni che accompagnano la penetrazione nei diversi terreni di molti organi delle macchine agrarie — i quali a lor volta ed a scopo di studio potrebbero anche essere costruiti in modo da permettere, come pel coltro, la inserzione di capsule dinamometriche, così da arrivare al diretto studio analitico dei vomeri di aratri, delle vangheggie di estirpatori o coltivatori o scarificatori, degli assolcatori di seminatrici, ecc., ecc.

È evidente poi la possibilità di estendere il procedimento ai campi di varie tecnologie — in particolare, superando qualche maggiore difficoltà d'attuazione, a quella della lavorazione dei metalli. Ed infine non v'ha dubbio che gli analoghi accorgimenti sperimentali, aggiungendosi ai noti artifici immaginati per constatare il modo e la misura delle deformazioni, gioveranno a confermare e completare le acute indagini dei matematici in ordine alle azioni di contatto, di penetramento, ecc., insufficientemente seguite o sussidiate fin qui dalle riprove o dalle dimostrazioni sperimentali.

(1) V. per es. il già citato volume su *Le ricerche sperimentali di Meccanica agraria*, pag. 134.