

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA NAZIONALE
DEI LINCEI

ANNO CCCXVIII.
1921

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXX.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
PROPRIETÀ DEL DOTT. PIO BEFANI

1921

RENDICONTI

DELLE SEDUTE

DELLA REALE ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

~~~~~  
*Seduta del 6 marzo 1921.*

V. VOLTERRA, Vicepresidente.

---

### MEMORIE E NOTE DI SOCI

Meccanica. — *Sull'energia disponibile del vento.* Nota del Corrispondente Col. G. ARTURO CROCCO.

La mancanza di un vasto e metodico tentativo per utilizzare l'energia del vento si deve indubbiamente alla incostanza di questa forza naturale. Se esaminiamo infatti le velocità del vento in una data regione troviamo per esempio che per una media annua di 25 km. all'ora la intensità del vento passa frequentemente a bufere di 80 km. all'ora e ricade ancor più frequentemente in calme piatte. Sono le *piene* e le *magre* del vento, con cicli annuali, mensili, diurni: normalmente irregolari. Il rapporto delle energie è ancor più elevato poichè le energie variano coi cubi della intensità onde nel citato esempio risulterebbe nei giorni di vento forte una energia pari a venticinque o trenta volte la media. Il che, se eleva da un lato la media annua *efficace*, cioè la radice cubica della media dei cubi, impone d'altra parte a chi voglia utilizzarla la predisposizione di apparecchi utilizzatori di capacità di gran lunga superiore a quelli occorrenti per la media energia annua.

È quanto avviene — in proporzioni minori — nella utilizzazione dell'energia idraulica; colla differenza tuttavia che, non essendo possibile accumulare immediatamente il vento, come si fa coll'acqua esuberante nei bacini di compensazione, bisogna ricorrere nel caso dell'energia atmosferica all'accumulazione *mediata*, cioè di un prodotto di trasformazione: e questa accumulazione, elettrica o meccanica, si è presentata sino ad oggi troppo costosa per competere con altre sorgenti di energia nel campo industriale.

Ora recenti ricerche sul pratico uso di accumulatori termici lasciano pensare che le cose possano spostarsi in vantaggio dell'energia atmosferica, se si tiene soprattutto di mira una sua finale utilizzazione sotto forma di calore <sup>(1)</sup>.

Si son potute nel fatto fabbricare sostanze accumulatrici capaci di assorbire integralmente e restituire con alto rendimento oltre cento calorie per chilogrammo, col vantaggio pratico di un costo non eccessivo. Queste sostanze che assorbirebbero perciò cinque volte circa l'energia che è capace di assorbire a parità di peso una comune lastra di accumulatore elettrico con un costo unitario circa dieci volte minore di quello del piombo, porterebbero il costo dell'accumulazione termica a cifre già comparabili a quelle dell'accumulazione idraulica: e lascerebbero preconizzare — col progresso della tecnica — la possibilità economica di tale accumulazione, purchè ripetuto l'energia così disponibile venga poi principalmente utilizzata sotto forma calorifica.

È del resto il problema del giorno: e poichè alcune sostanze sinora sperimentate sembrano consentire anche l'accumulazione ad elevate temperature si prevede nel fatto possibile di utilizzare il calore in varie applicazioni per le quali oggi si deve ricorrere al carbone. Accanto al carbone bianco degli idraulici si potrebbe quindi avere il carbone trasparente, ricavato dall'atmosfera.

Trovato comunque il modo di accumulare in serbatoi di calore (sia meccanicamente che elettricamente) l'energia esuberante delle giornate ventose per utilizzarla nelle giornate di calma, assume interesse il conoscere l'entità dell'energia totale ricavabile dal vento in una data regione: per poter procedere, sia pure da un punto di vista ideale, a una specie di censimento valutativo dell'energia disponibile nel nostro paese.

A questo scopo è infatti da osservare come la configurazione montagnosa del nostro suolo si presti a disciplinare i venti sotto direzioni prevalenti in determinate località le quali si presentano ai movimenti della massa atmosferica sia come dighe sia come canali. Le prime costituendo alla corrente aerea sezioni ristrette, ne accrescono l'intensità, raccogliendo soprattutto i venti elevati; le altre, offrendo vie di minor resistenza, ricevono e indirizzano lungo valli o gole i venti di determinati quadranti. Esistono pertanto, e in Italia specialmente, numerose località nelle quali la media efficace annua del vento si mantiene elevata e nelle quali il vento si presenta come una vasta corrente d'aria di dimensioni abbastanza determinabili.

Premesso ciò immaginiamo di trovarci in una regione ideale ove il suolo sia ovunque accessibile e che venga battuta in una determinata dire-

(1) Cfr. Durando, *L'accumulazione termica dell'energia*. L' *Elettrotecnica* del 15 febbraio 1921.

zione da un vento dominante del quale si conoscano i limiti laterali, per esempio i fianchi di due catene di monti, e l'altezza approssimativa sino alla quale la velocità si mantiene all'incirca costante. Per utilizzare l'energia di una simile corrente atmosferica bisogna evidentemente raccoglierla in utilizzatori multipli la cui ubicazione si estenda quanto più è possibile sia in larghezza sia in altezza: e sorge spontaneo il concetto di connettere opportunamente tra loro questi utilizzatori istallandoli su una costruzione reticolare che costituisca nel suo insieme una specie di *sbarramento* alla corrente dell'aria sopra individuata. Da un punto di vista ideale un simile sbarramento potrebbe occupare in larghezza tutta l'estensione della corrente aerea; e, pur limitandosi forzosamente in altezza a venti o trenta metri, potrebbe raccogliere già notevoli quantità di energia, sufficienti ad imprese industriali.

Una semplice osservazione consente però di andare oltre in questo concetto.

È nozione comune che il vento si ricostituisce dietro gli ostacoli, a spese della quantità di moto ambiente. Nel caso di un disco alla distanza di otto diametri sottovento la velocità della corrente ha già superato i nove decimi di quella ambiente.

Nel caso che ci interessa il suolo preclude all'aria una via, aumentando la distanza necessaria alla ricostituzione, ma d'altra parte l'ostacolo in questione non assorbe che una frazione dell'energia, e quindi consente distanze praticamente minori. Cosicché riterremo che si possa utilmente impiantare a distanze non eccessive un secondo sbarramento dietro il primo; e così un terzo ed un quarto, moltiplicando in serie, sin che il rendimento lo consenta, i gruppi di utilizzatori del vento e costituendo una specie di bacino atmosferico capace di raccogliere ingenti quantità di energia. Vi è naturalmente un limite teorico: proveniente dal fatto che nel caso in questione la ricostituzione del vento dietro i vari sbarramenti avviene a spese della corrente superiore; e l'energia massima utilizzabile è precisamente quella che si ottiene valutando la forza viva di tutta la massa aerea in azione, sia in larghezza che in altezza; ma da questo limite siamo purtroppo lontani. Il ragionamento precedente mette però in luce che una frazione dell'energia delle zone superiori, che sembra a primo esame inaccessibile, può venire raccolta — da un punto di vista teorico — con costruzioni di limitata altezza sul suolo: e ci insegna un modo semplice di valutare l'energia del vento, complessivamente disponibile in una data regione.

Qual sia la frazione praticamente utilizzabile di questa energia non ci è ancora consentito di preconizzare con cifre; onde ci proponiamo di approfondire l'indagine sui termini aerodinamici ed aerologici della questione. Neanco è lecito pensare ad una utilizzazione intensiva che non potrebbe rimanere senza ripercussione sulla intensità stessa del vento e sulle sue cause.

È però agevole riconoscere — malgrado tante restrizioni — l'importanza dell'energia che annualmente circola e si disperde per la nostra atmosfera: e l'opportunità di rivolgere anche nel nostro paese l'attenzione degli studiosi e dei pratici verso uno sfruttamento razionale e metodico — in determinate favorevoli località — di questa permanente ricchezza naturale.

MEMORIE E NOTE PRESENTATE DA SOCI

Matematica. — *Sul potenziale di doppio strato superficiale* <sup>(1)</sup>.  
Nota di M. PICONE, presentata dal Socio T. LEVI-CIVITA <sup>(2)</sup>.

..... nelle esposizioni che ho potuto leggere della teoria del potenziale, quando addirittura non la si ometta, non si dà, d'ordinario, un adeguato rilievo alla dimostrazione che il *potenziale di doppio strato superficiale*

$$(1) \quad W(P) = \int_S \mu \frac{\cos(r, n)}{r^2} d\sigma,$$

ha sempre un valore determinato e finito anche quando il punto potenzializzato P sta sulla superficie potenzializzante S.

Taluni autori danno di ciò un'affrettata dimostrazione, nella quale però è tacitamente supposto, in più della regolarità della superficie S, che se

$$x = x(u, v), \quad y = y(u, v), \quad z = z(u, v),$$

sono le equazioni parametriche della superficie, le funzioni  $x(u, v)$ ,  $y(u, v)$ ,  $z(u, v)$  devono possedere le derivate parziali del secondo ordine limitate in un conveniente intorno di ogni punto di S. Un'esauriente dimostrazione, in tale ipotesi, si può subito ricavare dall'accurata analisi che si trova svolta nelle pagine 42 e 43 della *Teoria delle forze Newtoniane* del Betti. Dal punto di vista dello stretto rigore analitico non sono poi accettabili quelle dimostrazioni, che si trovano in parecchi trattati di fisica-matematica, nelle quali si fa ricorso a intuitive affermazioni sull'angolo visuale relativo ad una superficie.

Mi permetto di sottoporre al Suo giudizio una semplicissima dimostrazione del fatto sopradetto, la quale è un'immediata conseguenza di un'espressione del potenziale di doppio strato che mi pare non sia stata notata, mentre sussiste in ipotesi molto larghe nelle quali non viene fatta menzione alcuna delle derivate seconde delle funzioni  $x(u, v)$ ,  $y(u, v)$ ,  $z(u, v)$ . Sup-

(1) Da una lettera al prof. Levi-Civita.

(2) Presentata nella seduta del 19 dicembre 1920.