

abitazioni private, e ricevendo l'energia elettrica da motori posti nelle migliori condizioni di economia potranno presentare quella convenienza economica che attualmente non possono, per questo caso, avere in nessun modo.

Anche gli accumulatori avranno allora un largo campo di applicazione; saranno essi che daranno la corrente alle lampade ad incandescenza, nelle condizioni migliori pel buon funzionamento di queste. Essi potranno caricarsi nelle ore in cui le correnti principali non servono alla illuminazione pubblica, e restituire l'energia accumulata nelle ore volute.

Se finalmente non è chimerico pensare ad una distribuzione a domicilio della forza motrice di pochi grandi motori, fatta per mezzo della corrente elettrica, questa applicazione dell'elettricità avrà luogo nelle migliori condizioni di economia se la si farà insieme alla illuminazione; infatti i medesimi motori, le medesime macchine dinamo-elettriche, le medesime gomene conduttrici che serviranno di giorno alla distribuzione della forza motrice, serviranno nella notte alla illuminazione.

In questo modo tutte quante le grandi applicazioni, di cui abbiamo parlato, si completeranno a vicenda. È questo un avvenire soltanto possibile; ma a noi italiani, ai quali esso permetterebbe di sostituire in parte l'energia dei nostri corsi di acqua a quella che ora ci è mandata a caro prezzo, immagazzinata nel carbon fossile, dagli stranieri, giova sperarlo anche probabile.

§ 3.º ELETTRO-METALLURGIA.

Osservazione sulle applicazioni elettro-chimiche in generale. — Applicazione dell'elettrolisi alla purificazione del rame ed alla separazione dei metalli preziosi: *Norddeutsche Affinerie* di Amburgo; opificio elettrolitico di *Ocker*. — Trattamento elettrolitico dei minerali di zinco: *Létrange*. — Macchine magneto-ed elettro-cernitrici: *Chénot, Vavin, Edison, Siemens*.

42. Le applicazioni chimiche della corrente elettrica non possono, per la loro stessa natura, essere studiate in modo completo in una esposizione. L'esposizione mostra i prodotti, ma non fa, in generale, conoscere i particolari della operazione con cui questi si ottengono, come sono la composizione quantitativa dei bagni, le manipolazioni varie e speciali, gli elementi numerici relativi alle correnti adoperate, ecc., cose tutte, che

gli espositori hanno spesso interesse di tenere segrete. Per trattare delle applicazioni elettro-chimiche-industriali, quali si presentavano alla esposizione di elettricità, noi dovremmo adunque accingerci a fare una enumerazione di prodotti esposti, ed a riferire, senza dati sufficienti per discuterle o controllarle, le asserzioni degli espositori, cosa che non corrisponderebbe allo scopo ed all'indole di questa relazione. Tuttavia alcune delle applicazioni che si sono presentate alla esposizione avrebbero, qualora fossero, come è possibile, veramente pratiche, una importanza eccezionale, specialmente pel nostro paese ove molti minerali vengono esportati in natura per difetto di combustibile; io debbo dedicare loro un cenno, che valga a chiamare su di esse l'attenzione degli industriali e delle amministrazioni. Sono procedimenti elettro-metallurgici applicabili su grande scala, industrialmente, e destinati altri a purificare e separare metalli diversi, altri a ricavare direttamente, per via galvanica, metalli dai loro minerali.

43. Dell'applicazione industriale, su grande scala, della corrente elettrica alla purificazione di metalli ed alla loro separazione, l'esempio più notevole ci è stato offerto dalla esposizione della società *Norddeutsche Affinerie* di Amburgo.

Gli opifici di questa società hanno dal 1875 una sezione elettrolitica, l'oggetto principale della quale è di ricavare rame chimicamente puro, da rami *brutti* contenenti da 90 a 99 per cento di rame ed una quantità di metalli preziosi mescolati ad ogni sorta d'impurità. L'operazione si fa per via elettrolitica e consiste in ciò: il rame impuro, foggato a grosse lastre viene appeso come anodo in una soluzione di solfato di rame; per effetto della corrente il rame si scioglie e si depone, puro, sul catodo, mentre l'argento, l'oro e le impurità, che erano mescolate con esso, cadono al fondo della vasca elettrolitica, dove si raccolgono.

Con un procedimento modificato l'opificio è riuscito a scomporre leghe di rame e di argento, il cui tenore in argento si eleva al 50 per 100; egli è coll'applicazione di questo procedimento che nel 1877-78 si è scomposto una grande parte del bilione smonetato dagli Stati tedeschi, in modo da ricavarne più di 33000 chilogrammi di argento e 23,5 chilogrammi d'oro, precipitando nel tempo stesso 115000 chilogrammi di rame puro.

Se il rame contiene una quantità considerevole di nichelio, questo metallo entra in soluzione insieme al rame, ma non è

deposto al catodo come quest'ultimo; per conseguenza la soluzione va diventando gradatamente sempre più ricca di solfato di nichelio. Il solfato di nichelio è poi ricavato dalla soluzione satura per cristallizzazione, e quindi viene trasformato in solfato doppio di nichelio e di ammoniaca, composto che si adopera nella nichelatura.

La produzione del rame puro si eleva, attualmente, a chilogrammi 1600 per ogni giornata di 24 ore.

La corrente elettrica è somministrata da sei macchine dinamo-elettriche di *Gramme* messe in azione da una macchina a vapore di circa 40 cavalli.

Il rame è chimicamente puro ed ha una altissima conduttività; esso è per conseguenza utile specialmente per la fabbricazione dei fili destinati a condurre le correnti elettriche; ma esso è conveniente eziandio per la fabbricazione delle leghe ramifere e per tutte le applicazioni ove è richiesta una grande purezza.

A lato della produzione del rame la società *Norddeutsche Affinerie* ottiene per mezzo di un procedimento elettrolitico analogo a quello di cui si è parlato, messo in pratica dal 1878, oro assolutamente puro, che si ricava da leghe d'oro contenenti piombo, argento, rame, e soprattutto platino e metalli del gruppo del platino. Questo metodo di separazione è per le leghe di oro e di platino il primo che si possa designare come procedimento tecnico, giacchè i procedimenti fin qui adoperati non costituiscono altro che applicazioni in grande dei metodi da laboratorio. Per mezzo di questo nuovo procedimento si sono ottenuti nel 1880 12000 chilogrammi di oro puro, ricavando nel tempo stesso, quali prodotti secondari, grandi quantità di sali di platino e di palladio. All'esposizione attirarono l'attenzione dei chimici in special modo le verghe d'oro presentate, delle quali il saggio fatto dal Debray dimostrò la purezza assoluta.

Con un procedimento analogo si separano dall'argento piccole quantità d'oro, facendo deporre sul catodo l'argento puro. Anche questo prodotto era esposto a Parigi, sia allo stato originario, cristallino, sia fuso in verghe di 2 a 3 chilogrammi.

D'accanto alla mostra della Affineria di Amburgo, della quale abbiamo parlato, si notava quella ugualmente importante delle materie prime e dei prodotti dell'opificio elettrolitico di *Ocker* (*Königlich-Preussisches und Herzoglich-Braunschweigisches Communon Hüttenamt, Ocker*). Questa mostra era fatta dal Ministero tedesco dei lavori pubblici.

L'oggetto principale della fabbricazione è, nell'opificio elettrolitico di *Ocker*, quello di ottenere da rame greggio, contenente insieme a diverse impurità una certa quantità di metalli preziosi, argento ed oro, il rame chimicamente puro, e di ricavarne intanto l'oro e l'argento.

L'operazione consiste, anche qui, nell'appendere il rame greggio, foggato a grossi lastroni, come anodo in seno ad una soluzione di solfato di rame. Per effetto della corrente il rame si scioglie ed una quantità di rame uguale a quella che si scioglie si depone, chimicamente pura, sul catodo. Le materie che erano mescolate col rame cadono sul fondo del bagno, dove si raccolgono. Da questi residui si ricavano, quando la proporzione vi è sufficiente, l'argento e l'oro. L'operazione è nella sostanza quella stessa che si fa nelle officine della "Affineria di Amburgo", ma è più semplice per questo motivo: che mentre l'opificio di Amburgo lavora rami greggi in composizioni diverse, ed è perciò nei diversi casi obbligato a modificare le manipolazioni, nello stabilimento di *Ocker* invece si lavora rame greggio di una sola provenienza e quindi di composizione assai meno variabile, che può essere trattato sempre nella medesima maniera. La proporzione media del rame greggio adoperato come anodo è la seguente:

Rame	0,9900
Argento ed oro	0,0015
Antimonio	0,0035
Arsenico, bismuto, piombo, ferro, zinco, cobalto, nichelio ed altre sostanze	0,0050
	Totale <u>1,0000</u>

Il residuo argentifero della operazione è una polvere bruna contenente il 10 per 100 di argento più una quantità minore e variabile di oro.

L'importanza di tale esposizione risulta soprattutto dalla grandezza della produzione di questa industria elettrolitica. La produzione annua di rame puro e di 500000 chilogrammi.

44. Ho detto che, oltre a questi risultati dell'elettrolisi applicata alla purificazione ed alla separazione dei metalli, la esposizione presentava saggi di procedimenti veramente metallurgici, destinati a ricavare per via galvanica, direttamente, metalli dai loro minerali. Uno di questi procedimenti metallurgici

potrebbe avere, od acquistare nell'avvenire, una importanza tutta speciale pel nostro paese; quindi fra tutte le applicazioni elettro-chimiche che hanno figurato all'esposizione esso è quello che deve maggiormente attirare la nostra attenzione. Io intendo di parlare di un procedimento elettrolitico per la fabbricazione dello zinco.

Noi abbiamo nella Sardegna abbondanti giacimenti di minerali zinciferi (a Malfidano, a Planu Sartu nel Salto Gessa, a Monteponi, ecc.), ed altri giacimenti di minerali di zinco, benchè di gran lunga meno importanti, abbiamo nelle dolomie dei monti lombardi. Tuttavia l'industria della produzione e della lavorazione dello zinco non esiste affatto in Italia; e la ragione di questo fatto sta nel grande consumo di carbone necessario per ricavare dai minerali lo zinco metallico. Questa circostanza fa sì che la sola cosa conveniente sia per noi la spedizione del minerale all'estero; e l'esportazione delle calamine della Sardegna ha acquistato una certa importanza dopo l'esaurimento delle miniere zincifere del nord dell'Europa. Oggidì il minerale di zinco composto essenzialmente di calamina e di piccole quantità di blenda, il quale si esporta dall'Italia per essere trattato nelle fabbriche di Liège, di Stolberg, di Swansea, ed in alcune manifatture francesi, ascende annualmente, in media, al valore di oltre quattro milioni di lire; ma egli è probabile che la coltivazione delle nostre miniere di zinco si farebbe assai più attiva quando fosse possibile trattare il minerale sul luogo.

Ora i saggi di trattamento elettrolitico dei minerali di zinco, che si sono presentati alla esposizione elettrica di Parigi, fanno sperare che, se non attualmente, almeno in un prossimo avvenire, la fabbricazione di questo metallo possa, col sussidio della corrente elettrica, diventare remunerativa anche nel nostro paese. Questi saggi figuravano nella sezione francese fra le collezioni di prodotti metallurgici presentati da *L. Létrange e C.* di Parigi.

L'idea di far servire la corrente elettrica al trattamento dei minerali di zinco non è nuova; questa volta però essa è presentata sotto forma più semplice ed è concretata in un procedimento che offre maggiore apparenza di essere, o di poter diventare pratico ed economico. Uno dei procedimenti già proposti consisteva nel trattare il minerale con acido cloridrico per trasformarlo in cloruro idrato neutro molto concentrato. Il liquido veniva poi sottoposto alla azione di una corrente elettrica, per cui lo zinco si deponeva allo stato metallico e puro.

In questo procedimento, acciocchè lo zinco deposto non fosse mescolato con ferro, si era costretti a precipitare quest' ultimo allo stato di perossido idrato per mezzo di un ossidante energico, come cloro od acido nitrico. Sull'elettrodo positivo, formato di carbone di storta, si sviluppava gas cloro che veniva raccolto ed impiegato per la fabbricazione del cloruro di calcio. Ma siccome la blenda non è solubile nell'acido cloridrico, questo procedimento non si sarebbe applicato che alla calamina. Per rendere il procedimento elettrolitico applicabile a tutti i minerali zinciferi altri aveva proposto di sciogliere il minerale nell'acido azotico; ma in questo caso si sarebbe deposto dell'ossido, e l'impiego di materie organiche, come glicerina, glucosio, ecc., per impedire questo deposito avrebbe aumentato notevolmente le spese di trattamento. A differenza di questo metodo e dei somiglianti già noti, il procedimento che ora viene presentato dal *LeStrange* non richiede il consumo di alcun acido proveniente da altre industrie; in esso si impiega, per trasformare il minerale di zinco in sale solubile e trattabile colla elettrolisi, l'acido solforico prodotto per mezzo dello zolfo contenuto nella blenda medesima.

Il minerale, composto di una mescolanza di blenda e di calamina viene innanzitutto sottoposto ad un arrostitimento, il quale dev'essere eseguito ad una temperatura moderata onde facilitare la formazione della massima quantità possibile di solfato di zinco. L'anidride solforosa, che si sviluppa durante l'arrostitimento, viene trattata con un metodo del quale è a lamentare che l'espositore non abbia dato tutti i particolari, ma che è analogo a quello adoperato nell'ordinario procedimento per la fabbricazione dell'acido solforico. Quest'ultimo serve poi alla dissoluzione della calamina ed alla solfatazione dei minerali già calcinati, ma incompletamente trasformati.

Allorchè il minerale è trasformato in solfato, lo si dispone in grandi bacini nei quali si fa arrivare una corrente d'acqua destinata a scioglierlo. Il liquido quindi passa lentamente in una nuova serie di bacini ove viene sottoposto alla elettrolisi.

La soluzione di solfato di zinco destinata ad essere elettrolizzata arriva nei truogoli elettrolitici dal basso, e sale lentamente nei truogoli di mano in mano che l'elettrolisi procede, e che in grazia di questa il liquido va impoverendosi di solfato di zinco ed arricchendosi di acido solforico. In questo modo l'acido solforico prodotto dalla decomposizione galvanica viene

a portarsi alla parte superiore dei bacini, e di qui esso si versa in altri bacini, dove stanno minerali da sciogliere.

Per tal guisa si stabilisce una circolazione continua; per mezzo di una differenza di livello tra le vasche e di un piccolo lavoro meccanico applicato in un punto del circuito, la corrente liquida, che si può regolare a piacimento, percorre i bacini di dissoluzione ove il suo acido solforico trasforma in solfato lo zinco contenuto nel minerale; poi attraversa i truogoli elettrolitici ove, per effetto della corrente elettrica, depone lo zinco e ridiventa acida ed atta a ricominciare le medesime operazioni. Tuttavia il medesimo liquido non può servire indefinitamente, perchè i minerali da sciogliersi contengono altri metalli, che si appropriano una parte dell'acido solforico e non la restituiscono nell'elettrolisi.

L'elettrodo negativo è costituito, in questo processo, da una lastrina sottile di zinco, la quale nell'operazione si va ingrossando in causa dello zinco che vi si depone sopra: l'elettrodo positivo è invece una lastra di piombo. Su questa lastra il ferro contenuto nella soluzione si depone allo stato di perossido, il quale poi si distacca e cade al fondo delle vasche. Il piombo, l'argento e gli altri metalli insolubili nell'acido solforico rimangono nel residuo, ove possono essere raccolti.

La corrente elettrica necessaria per queste operazioni deve essere prodotta da macchine dinamo-elettriche attivate da motori idraulici; è questa la condizione della massima economia, ed è questo il progetto del *Létrange*. Gli studi di questo inventore hanno infatti essenzialmente lo scopo di rendere possibile la fabbricazione dello zinco sul luogo, alla miniera, cosa che attualmente non è, perchè le miniere di zinco attualmente in esercizio sono, per lo più, lontane dai centri litantraciferi.

Tuttavia l'inventore asserisce che anche nel caso in cui si fosse obbligati ad impiegare una macchina a vapore, la spesa di carbone sarebbe, per 100 chilogrammi di zinco prodotto, circa quella che essa è, col procedimento ordinario, per cento chilogrammi di minerale da trattare. Si avrebbe quindi ancora una economia considerevole, e tale da permettere in alcune circostanze di trattare il minerale presso la miniera. Il *Létrange* indica inoltre una grande economia nell'installazione del processo. Col metodo attuale un opificio capace di produrre un milione di chilogrammi di zinco all'anno importa una spesa di impianto di circa un milione. Il nuovo procedimento non richie-

derebbe, al contrario, per la medesima produzione, più di due a trecento cavalli di forza motrice, una quantità corrispondente di macchine dinamo-elettriche ed un certo numero di bacini per la soluzione e per l'elettrolisi. La spesa necessaria per l'installazione di questo materiale non si eleverebbe a più di cinquecentomila lire.

Il trattamento elettrolitico dei minerali di zinco, di cui abbiamo parlato, non è finora stato applicato in alcuna maniera, ma è stato l'oggetto di qualche esperienza industriale. Il *Létrange* lo applicò, a titolo di prova, durante tre mesi, nella sua officina di *Romilly* pel ricupero dello zinco dai residui della fabbricazione dell'ottone. Inoltre da parecchi mesi egli si occupa di esperienze pel trattamento degli ossidi di zinco provenienti dalla rifondita del metallo. Giova sperare che questi studi possano condurre alla realizzazione pratica di un progetto che presenta per noi uno speciale interesse; a noi anzi sorride la speranza che il metodo del *Létrange* possa essere il punto di partenza per ricerche ulteriori e diventare in un prossimo avvenire la base di un procedimento metallurgico più generale, applicabile anche ad altri metalli.

45. Un problema, che si collega colle applicazioni dell'elettricità alla metallurgia, è quello della separazione di sostanze non magnetiche operata per mezzo di calamite permanenti o temporarie.

L'idea della cernita magnetica od elettro-magnetica non è nuova. Si sa che fin dal 1852 il *Chénot* ha ideato ed ha fatto costruire dal meccanico *Froient* una elettro-cernitrice (*electro-tricuse*) destinata a servire di appendice al suo procedimento siderurgico, nel quale essa doveva separare il ferro spugnoso ridotto dalle scorie con esso mescolate.

L'apparecchio dello *Chénot* consiste in una ruota girante lentamente attorno ad un albero orizzontale, e portante su tutta la periferia tre corone di elettro-magneti diritte disposte radialmente. I fili di queste elettro-calamite sono collegate con un commutatore portato dall'albero medesimo della ruota, il quale è così combinato, che la corrente elettrica, che arriva da una pila di due elementi *Bunsen*, viene in ogni istante mandata nelle tre elettro-magneti che nell'istante medesimo stanno per passare nella posizione più bassa, e soltanto in quelle; le elettro-magneti diventano per tal modo attive soltanto un momento prima di arrivare nella posizione più bassa, e durano attive soltanto per

un certo angolo al di là di questa posizione, oltrepassato il quale la corrente è interrotta nelle loro spirali, ed esse diventano inerti. Al disotto della ruota delle elettro-magneti è situata una tela continua che, portata da rulli, cammina lentamente in direzione parallela all'asse della ruota, passando così sotto le tre elettro-magneti attive, che stanno appunto sulla generatrice più bassa; la distanza fra la tela e le estremità polari delle elettro-magneti si può regolare secondo il bisogno; la tela poi invece di essere orizzontale si muove alquanto in salita, così da avvicinarsi alle elettro-magneti di mano in mano che essa si avvanza. Una tramoggia versa sulla tela, da una parte, la mescolanza su cui si vuole fare la cernita, preventivamente triturrata e ridotta in granelli del diametro di 0,5 a 2 millimetri; la tela si copre così di uno straterello di questa mescolanza e lo porta con sé lentamente al disotto della ruota delle magneti. Le elettro-magneti, che, come si disse, quando sono in vicinanza della tela continua diventano attive, attraggono le parti magnetiche della mescolanza, le trasportano con sé per tutto quell'angolo per cui rimangono attive, e le mettono così fuori della tela, sopra ad un piano inclinato di scarica. Allora la corrente che attirava le elettro-magneti è interrotta dal commutatore; le elettro-magneti diventano inattive, e le materie magnetiche, che aderivano ai loro poli, si distaccano, e cadono sul piano inclinato, che le guida al sito loro destinato. Intanto le materie non magnetiche, trasportate dalla tela continua, vanno a cadere in una seconda tramoggia di scarico. In un altro sistema, pure immaginato dal *Chénot* la separazione è operata da elettro-calamite sempre attive, ed il distacco delle materie magnetiche è fatto da spazzole.

È noto pure come in quel tempo (nel 1854) l'ingegnere *Quintino Sella* ideasse pel cav. *Ricardi di Netro* un apparecchio analogo a quello del *Chénot*, destinato a servire nella miniera di Traversella a separare l'ossido magnetico di ferro dalla calcopirite; e come, dopo alcuni esperimenti fatti con un piccolo modello di prova, egli facesse costruire dal *Froment* apparecchi più grandi, definitivi, i quali non solo funzionano tuttavia, ma costituiscono oggidì la parte più importante di quella officina metallurgica. Nell'officina di Traversella si hanno quattro elettro-cernitrici con ruota ad elettro-magneti e con tela continua analoghe a quelle del *Chénot*, e differenti da queste soltanto per alcuni particolari del commutatore e delle trasmissioni del moto. I quattro apparecchi sono posti su di una medesima linea, e

riuniti in catena per mezzo di norie e di piani inclinati, per modo che la magnetite esportata dalla prima macchina è trasmessa alla seconda, dove abbandona una parte della calcopirite stata attratta meccanicamente, insieme al minerale di ferro della prima; dalla seconda macchina la magnetite passa alla terza, e da questa alla quarta, abbandonando, ad ogni volta, sulla tela una certa quantità di calcopirite.

È noto finalmente come 20 anni più tardi il *Vavin* costruisse un separatore magnetico destinato specialmente a sceverare, nelle officine meccaniche, la limatura ed i trucioli di ferro e di ghisa da quelli di altri metalli. In questo separatore la cernita era fatta da calamite permanenti d'acciaio, dalle quali i corpi magnetici attratti venivano distaccati con spazzole giranti.

L'idea, ripeto, non è nuova; ma l'esposizione di elettricità è venuta a confermare che nella pratica essa è veramente riuscita; alla mostra di Parigi infatti figuravano alcuni apparecchi cernitori, di uso pratico, dimostranti che l'impiego del magnetismo nella cernita dei metalli e dei minerali, lungi dall'essere oggidi abbandonato, va estendendosi ed acquistando importanza.

L'esposizione presentava quattro cernitrici diverse: una di *Vavin*, una di *Edison*, una di *Siemens* ed una di un *Chénot ainé*.

Tralasciando quest'ultima, che non è che un diminutivo di quella di cui abbiamo parlato poc' anzi, faremo un cenno delle altre tre.

L'apparecchio del *Vavin*, che figurava nella sezione francese, funziona, come si è detto, per mezzo di sole calamite permanenti, ma è disposto in modo da effettuare, in piccolo spazio, l'operazione meccanicamente, ed in grande misura. Esso è composto di due cilindri muniti di calamite, su cui si fa cadere e si distribuisce per mezzo di una tramoggia la limatura o la mescolanza di minerali che si vogliono classificare, e di due sistemi di spazzole giranti, le quali distaccano dalle calamite, e fanno cadere i corpi magnetici che rimangono aderenti alle medesime. I cilindri sono di bronzo, e portano sulla superficie convessa, sporgenti, il primo quattro ed il secondo cinque anelli di ferro dolce, tenuti con viti e messi in comunicazione con potenti calamite a ferro di cavallo disposte radialmente nell'interno dei cilindri. Gli anelli di ferro sono scanalati per presentare maggior superficie; le calamite sono unite a ciascun anello coi poli del medesimo nome, talchè ciascun anello rappresenta un

polo. La distanza fra due anelli consecutivi di un medesimo cilindro è di tre soli centimetri, e gli anelli di un cilindro sono alternati con quelli dell'altro, in modo che nessuna particella magnetica, che si trovi sulla superficie dei cilindri, può sfuggire all'azione magnetica. L'apparecchio è ben costruito e poco voluminoso ($0,80 \times 0,80 \times 1,60$); può essere mosso a mano o col vapore, e può trattare non meno di 2000 chilogrammi di limatura al giorno. Il *Vavin* applica eziandio la sua macchina alla cernita dei minerali, e pare che i risultati sieno soddisfacenti.

L'apparecchio cernitore di *Edison*, al quale l'inventore diede il nome di *Separatore magnetico*, è principalmente appropriato alla separazione di materie allo stato di polvere minuta, ed è notevole per la semplicità della sua costruzione. In esso si ha una elettro-calamita, la quale agisce a distanza sopra la polvere che cade, sotto forma di un velo, da una tramoggia, ed ha per effetto di far deviare dalla verticale le particelle magnetiche, separandole in questo modo dalle non magnetiche che discendono verticalmente. L'apparecchio si riduce ad una tramoggia prismatica al fondo della quale una serie di aperture di cui si può far variare a piacimento la larghezza, lascia cadere sotto forma di un velo verticale di piccola grossezza la polvere minuta che si vuole classificare. Alquanto al disotto della tramoggia, a lato del velo di polvere che discende da essa, è collocata una grossa elettro-calamita a ferro di cavallo con braccia appiattite, orizzontali, e larghe quanto il velo. Le estremità polari di questa elettro-magnete si possono, trasportando con apposito volantino tutta l'elettro-magnete, avvicinare più o meno al velo della polvere che cade. Quando l'elettro-magnete è attiva, l'attrazione che essa esercita sulle particelle magnetiche esistenti nella polvere, le fa deviare dalla verticale, così il velo polveroso si divide in due, l'uno piano e verticale composto delle parti non magnetiche, l'altro, deviato verso l'elettro-magnete, composto delle parti magnetiche. I due getti si trovano separati abbastanza per poterli raccogliere in due casse diverse. Si dice, che questo apparecchio sia oggidì assai adoperato in America, e, come vedesi, esso non potrebbe essere più semplice. La circostanza però, che l'elettro-magnete agisce a distanza, fa credere che il separatore magnetico di *Edison* sia specialmente adatto al trattamento di non grandi quantità di materie. È probabile inoltre che esso non possa funzionare lodevolmente quando le sostanze da separare sono in pezzi alquanto grossi.

È invece una macchina veramente industriale, atta a trattare grandissime quantità di materie, e applicabile anche quando le sostanze da separarsi sono minerali debolmente magnetici e sono ridotti in pezzi non molto minuti, una macchina veramente adatta ai lavori delle miniere, l'elettro-cernitrice del dottore *Werner Siemens*. Per la piccolezza delle dimensioni, per la potenza, per la robustezza, essa è la migliore di tutte le elettro-cernitrici finora conosciute, e forse la sua disposizione è fra tutte le immaginabili la più razionale.

Questa macchina era esposta dalla fabbrica *Siemens e Halske* nella sezione tedesca. Essa è costituita da un cilindro della lunghezza di un metro a un metro e mezzo, il quale gira attorno al suo asse, collocato in posizione inclinata con un angolo di circa 25° coll'orizzonte. Il cilindro è cavo ed aperto alle due estremità: all'estremità superiore esso riceve da una tramoggia la mescolanza dei minerali che si vogliono sceverare; dall'estremità inferiore escono in due correnti separate la parte non magnetica e la parte magnetica della medesima. La parte non magnetica cade liberamente dalla estremità aperta del cilindro rotante, di cui occupa sempre la porzione inferiore; la parte magnetica invece vien fuori da un canale di lastra di ottone, fisso, che avvolge l'albero, e nel quale gira coll'albero una vite di Archimede. Ora ecco come il cilindro è formato e come in esso avviene la separazione del minerale.

Il cilindro è formato di molti anelli piatti, o meglio di molte corone circolari di lastra di ferro dolce, tutte uguali, poste in altrettanti piani perpendicolari all'asse, coi centri su questo, ed ugualmente spaziate. Verso l'interno, stanno tra le successive corone circolari di ferro anelli di ottone o di rame, talchè l'insieme costituisce un tubo cilindrico continuo a superficie interna perfettamente liscia; questa superficie interna continua e liscia è per tal modo formata di tante porzioni uguali alternativamente di ferro e di ottone. Essendo gli anelli di ottone assai più stretti delle corone circolari di ferro, rimangono al di fuori degli anelli di ottone, tra le successive corone circolari di ferro, spazi anulari liberi: in questi spazi sono avvolte altrettante spirali di filo di rame isolato. Queste spirali sono congiunte tra loro, capo a capo, in tal modo che, mettendo le estremità libere della prima e dell'ultima in comunicazione coi poli di una pila o di una macchina dinamo-elettrica, la corrente circola nelle successive spirali alternativamente in un verso e nel verso opposto. Quando

passa la corrente ciascuna corona circolare di ferro si magnetizza, presenta un polo sulla circonferenza interna ed il polo opposto sull'esterna; i poli magnetici che così si formano sugli orli interni degli anelli di ferro sono alternati. All'esterno tutte le periferie degli anelli di ferro sono collegate insieme da tante spranghe piatte di ferro dolce, che mentre chiudono e proteggono tutto l'apparecchio, rinforzano il magnetismo sugli orli interni degli anelli di ferro funzionando come le traverse di elettro-calamite a ferro di cavallo. In grazia di questa ingegnosa disposizione la superficie interna del cilindro cavo girante riesce formata da tanti poli magnetici alternati, separati da piccoli spazi occupati da metallo non magnetico.

La mescolanza dei minerali da sceverare, la quale entra nel cilindro dalla parte superiore, obbligata come è dalla rotazione del cilindro medesimo a rimescolarsi ed a venire a contatto con tutti i punti della sua superficie, lascia aderenti a questa tutte le parti magnetiche, e quando arriva alla estremità inferiore del cilindro essa è privata di tutti i corpi magnetici che conteneva: quello che cade dall'estremità inferiore, aperta, del cilindro rotante è adunque la sola parte non magnetica della mescolanza.

I pezzetti magnetici che, attratti dalle calamite anulari rimangono aderenti alla parete del cilindro rotante, sono trascinati in giro da questo. Ma quando arrivano nel punto più alto del giro, ne vengono distaccati e cadono nel canale fisso di lastra d'ottone che si è detto essere situato attorno all'albero del sistema. A quest'uopo questo canale è aperto superiormente su tutta la lunghezza, e la lastra di ottone che lo forma è prolungata su uno dei lembi fino a toccare la superficie del grande cilindro rotante. Questo lembo prolungato, che è fisso, fa, mentre il cilindro gira, l'ufficio di un raschiatoio: esso distacca dalla parete del cilindro tutte le particelle di minerale che vi sono aderenti, e le fa cadere nel canale di ottone ad esse destinato. Dentro a questo canale gira coll'albero una vite di Archimede, la quale obbliga il minerale a camminare verso la estremità più bassa, da cui esce.

In tal guisa la separazione dei minerali si fa in modo continuo: la porzione non magnetica occupa costantemente la parte più bassa del cilindro rotante e percorre lentamente tutta la lunghezza di questo, pel proprio peso; la porzione magnetica invece è portata in alto dalla parete del cilindro che la tiene

aderente a sè, e là è distaccata dal raschiatoio fisso che la fa cadere nel canale interno, da cui esce per effetto della vite d'Archimede.

Le condizioni migliori per una cernita rapida e completa sono in questo apparecchio evidentemente soddisfatte: infatti il movimento rotatorio del cilindro obbliga tutte le particelle del minerale a venire a contatto colla parete magnetizzata; le elettro-magneti poi, agendo sempre su corpi a contatto, sono nelle migliori condizioni per trattenerli anche quando questi sono debolmente magnetici; l'essere finalmente alternati e vicini i poli magnetici aiuta l'attrazione.

Una particolarità degna di nota è questa, che le spirali magnetizzanti avvolte fra gli anelli di ferro, di cui è composto il cilindro, non sono dappertutto in ugual numero; poco numerose in alto, sono numerosissime in vicinanza dell'estremità inferiore. Con ciò si ottiene che in principio, dove le sostanze magnetiche sono abbondanti, l'attrazione sia più debole, ed il canale non venga ingombato; che invece si abbia una attrazione più energica in basso, dove il minerale è diventato povero di materie magnetiche. È questa una condizione necessaria, per utilizzare bene tutta la superficie.

Il dottor *Werner Siemens* compose la macchina che abbiamo descritto per una società belga, che coltiva in Ispagna una miniera di zinco. Il minerale è in quella miniera una calamina mescolata a grandi quantità di minerali di ferro, che non si era riuscito a sceverare con nessun altro trattamento, e che portati colla calamina nei forni di distillazione davano luogo ad un consumo grandissimo di combustibile. Colla macchina cernitrice del *Siemens* la separazione del minerale di ferro dalle calamine si fa in modo completo. Una sola macchina basta al trattamento di 20 tonnellate di minerale al giorno. Io non credo che si possa sperare di più ed ho per questo il dovere di segnalare la macchina ai nostri industriali.

La separazione magnetica si basa sulla differenza di suscettibilità magnetica tra i minerali presenti nella miscela da separare.

Quando una miscela di minerali viene sottoposta a un campo magnetico, i minerali con alta suscettibilità magnetica vengono attratti verso il polo magnetico, mentre quelli con bassa suscettibilità rimangono inerti.

Questo processo viene utilizzato per separare minerali come la magnetite dalla hematite, o per purificare minerali preziosi da impurità.

La separazione magnetica è un processo fisico che non altera la composizione chimica dei minerali, ma si basa sulle loro diverse proprietà magnetiche.

Dentro a questo canale gira collettore una vite di Archimede, la quale obbliga il minerale a cedere verso la estremità più bassa, da cui esce.

In tal guisa la separazione dei minerali si fa in modo continuo: la porzione non magnetica occupa costantemente la parte più bassa del cilindro ruotante e, per così dire, tutta la lunghezza di questo, per proprio peso; la porzione magnetica invece è portata in una parte del cilindro che la tiene

SUI LAVORI DELLA PRIMA SESSIONE
DELLA
CONFERENZA INTERNAZIONALE
DI ELETTRICITÀ

CONVOCATA IN PARIGI NELL'OTTOBRE 1882.

A S. E. DOMENICO BERTI

MINISTRO D'AGRICOLTURA, INDUSTRIA E COMMERCIO

Affidandomi l'onorifica missione di rappresentare il Ministero italiano di agricoltura, industria e commercio, alla conferenza internazionale di elettricità convocata in Parigi nella seconda metà dell'ora trascorso mese di ottobre, l'E. V. mi chiedeva una relazione sul risultato dei lavori della conferenza medesima.

Rispondo oggi a questo invito, e ciò facendo, adempio al più urgente dei doveri che mi sono imposti dal mio mandato. Infatti, in questa sua prima sessione, il comitato internazionale non poteva fare, e non fece altro, che un lavoro preparatorio, lasciando, prima di riunirsi nuovamente, ai singoli delegati il compito di tentare, ciascuno nel proprio laboratorio, le ricerche scientifiche sperimentali, necessarie alla soluzione delle quistioni che gli erano proposte; ed esprimendo il voto che i governi delle nazioni in esso rappresentate incoraggiassero, ciascuno fra i propri nazionali, tali ricerche. Il primo mio dovere è adunque di esporre lo stato attuale delle questioni proposte alla conferenza, quale risulta dalle discussioni, a cui ho avuto l'onore di assistere. Da questa esposizione l'E. V. potrà vedere, se e come, il suo Ministero possa contribuire a fare che la

Nazione italiana prenda la parte decorosa, che le spetta, nel grande ed urgentissimo lavoro scientifico che si sta preparando.

All'E. V. è noto che, in conformità delle deliberazioni e dei voti del Congresso del 1881, la conferenza internazionale di elettricità, che di quel Congresso è una continuazione, si è divisa in tre Commissioni:

La prima per la determinazione dell'*ohm*.

La seconda per le questioni relative allo studio delle correnti elettriche terrestri e dell'elettricità atmosferica, e pel collegamento telegrafico degli osservatori meteorologici.

La terza per la scelta di un'unità di intensità di luce, e per lo studio dei metodi fotometrici.

Io esporrò i risultati attuali dei lavori e le deliberazioni delle tre Commissioni, considerandole l'una dopo dell'altra, nell'ordine col quale le ho nominate.

PRIMA COMMISSIONE.

DETERMINAZIONE DELL'OHM.

Di tutti i problemi che si presentarono al Congresso internazionale degli elettricisti nel 1881, il più urgente, tanto per la scienza, quanto per i bisogni delle applicazioni industriali, fu quello della scelta di un sistema di unità per le misure elettriche; ed alla soluzione, che potè dare di questo problema, il Congresso deve, in massima parte, la sua importanza. La scelta delle unità, fatta d'accordo dagli scienziati e dai tecnici di tutte le nazioni, permetterà nell'avvenire di rendere facilmente comparabili le misure di tutti gli sperimentatori; l'aver trovato per le principali unità di misura nomi convenienti, e l'aver fatto accettare questi nomi dagli elettricisti di tutte le nazioni, eviterà la confusione che dianzi risultava dalla molteplicità dei significati che una medesima parola aveva nei diversi paesi; l'aver pre-scritto e fatto accettare universalmente un sistema di misure assolute faciliterà tutti i calcoli, così frequenti nelle applicazioni, nei quali da grandezze meccaniche si deve passare a grandezze

elettriche, o viceversa; l'aver scelto le unità fondamentali in modo, da collegare le unità elettriche col sistema metrico decimale, farà sì che tutte le unità di misura in uso nella scienza e nelle applicazioni industriali costituiscano un unico sistema, completo e grandioso; finalmente il fatto che questo sistema di misure fu proposto ed adottato dagli elettricisti di tutti i paesi, dà a sperare che esso sia per accelerare, almeno pei lavori scientifici, l'adozione del sistema metrico decimale, anche in quelle nazioni ove questo sistema non è attualmente in uso.

La scelta delle unità fatta dal Congresso del 1881 fu ispirata da un concetto elevato, e risponde completamente ai desideri della scienza. Tuttavia per diventare veramente pratica, e per essere accettata come definitiva, essa richiede un lavoro scientifico preliminare; e lo stesso Congresso non l'adottò se non colla condizione che una Commissione internazionale venisse incaricata di sollecitare e di guidare un tale lavoro.

Questa Commissione internazionale è la prima dell'attuale Conferenza. L'E. V. permetterà, che senza entrare in considerazioni scientifiche, che non potrebbero trovare posto conveniente in una semplice relazione come questa, io mi provi a dare, in poche parole, un'idea del problema da risolversi, e del modo nel quale la Commissione ha proposto di risolverlo.

Il sistema di unità per le misure elettriche, adottato dal Congresso degli elettricisti nel 1881, è quello stesso che già nel 1862 era stato prescelto dall'*Associazione britannica per l'avanzamento delle scienze*. Esso è il sistema elettro-magnetico di Guglielmo Weber, e le unità che lo costituiscono non differiscono da quelle, di cui si era servito questo grande scienziato nelle sue classiche *Electro-dynamische Maassbestimmungen*, se non per una diversa scelta delle unità fondamentali di lunghezza, di massa e di tempo; scelta, colla quale l'Associazione britannica ed il Congresso ebbero in mira di ottenere un'unità di resistenza, un'unità di intensità di corrente ed un'unità di forza elettro-motrice di grandezza comoda per gli usi più frequenti della pratica.

Lasciando, per un momento, indeterminate le unità fondamentali di lunghezza, di massa e di tempo, le unità, che costituiscono il sistema elettro-magnetico, si possono definire come segue:

Unità di velocità: la velocità di un mobile che percorre, con moto uniforme, l'unità di lunghezza nell'unità di tempo.

Unità di forza: la forza che nell'unità di tempo imprime all'unità di massa l'unità di velocità.

Unità di lavoro: il lavoro fatto da una forza uguale all'unità quando il suo punto di applicazione percorra nella sua direzione uno spazio uguale all'unità di lunghezza.

Unità di magnetismo: la quantità di magnetismo, che su di una quantità uguale a sè stessa, alla distanza uno, esercita una forza uguale ad uno.

Unità di intensità di corrente: l'intensità di una corrente di cui l'unità di lunghezza, avvolta su di un arco di circonferenza di raggio r , esercita su di un polo magnetico situato nel centro una forza eguale a quella che sul medesimo polo eserciterebbe un'unità di magnetismo situata alla distanza r .

Unità di quantità di elettricità: la quantità di elettricità che nell'unità di tempo si trasmette attraverso ad una sezione qualunque di un circuito, quando questo è percorso da una corrente costante di intensità uguale ad uno.

Unità di forza elettro-motrice: la forza elettro-motrice che si esercita sopra un conduttore quando questo, movendosi in un campo magnetico d'intensità uguale ad uno, in un piano perpendicolare alla direzione del campo, genera in ogni unità di tempo una superficie di area uno; o più in generale: la forza elettro-motrice colla quale, spendendo in ogni unità di tempo un lavoro uguale ad uno, si produce una corrente costante di intensità uguale ad uno; oppure ancora: la differenza di potenziale tra due punti A, B quando un'unità di elettricità, passando da A a B , produce un lavoro uguale ad uno.

Unità di capacità elettrica: la capacità di un condensatore, nel quale una quantità di elettricità uguale ad uno, accumulata su ciascuna armatura, produce fra le due armature una differenza di potenziale uguale ad uno.

Unità di resistenza elettrica: la resistenza di un circuito, nel quale l'unità di forza elettro-motrice produce una corrente di intensità uguale ad uno; od anche: la resistenza di un conduttore, nel quale il passaggio di una corrente di intensità uguale ad uno produce, in ogni unità di tempo, una quantità di calore equivalente ad una unità di lavoro meccanico.

Il *Weber* aveva adoperato nelle sue ricerche, come unità fondamentali di lunghezza, di massa e di tempo, il millimetro, la massa di un milligrammo ed il minuto secondo di tempo solare medio. L'Associazione britannica invece adottò come

unità di lunghezza e di massa il centimetro e la massa di un grammo; e poi, collo scopo di ottenere unità di grandezze più comode per la pratica, propose:

1.° Di adottare come unità pratica per le resistenze elettriche, invece dell'unità elettro-magnetica derivata dal centimetro e dal secondo, invece dell'unità *C. G. S.*, una resistenza uguale a 10^9 di tali unità.

2.° Di adottare come unità pratica per le forze elettromotrici, invece dell'unità *C. G. S.* derivata, giusta la precedente definizione, dalle unità fondamentali centimetro, grammo, secondo, una forza elettromotrice uguale a 10^8 di tali unità.

3.° Di adottare per conseguenza, come unità pratica di intensità di corrente e di quantità, come unità pratica di capacità, e come unità pratica di lavoro meccanico, rispettivamente: un decimo dell'unità *C. G. S.* di intensità e di quantità, il numero 10^{-9} di unità *C. G. S.* di capacità ed il numero 10^7 di unità *C. G. S.* di lavoro meccanico.

Le unità pratiche, così definite, di resistenza, di forza elettromotrice, di intensità di corrente, di quantità di elettricità, di capacità elettrica e di lavoro meccanico sono le unità assolute elettro-magnetiche che si avrebbero prendendo per unità fondamentali di lunghezza, di massa e di tempo la lunghezza di dieci milioni di metri, la frazione $\frac{1}{10^{11}}$ della massa di un grammo, ed il minuto secondo.

Nell'adottare queste unità pratiche, il comitato dell'associazione britannica propose per alcune di esse nomi speciali. I nomi furono scelti in modo da ricordare quelli dei grandi elettricisti, ai quali sono specialmente dovute le nozioni a cui le unità di misura stesse si riferiscono. Alla unità pratica di resistenza si diede il nome di *Ohm*, a quella di forza elettromotrice il nome di *Volt*, a quella di capacità elettrica il nome di *Farad*.

Il Congresso degli elettricisti, che si adunò nel settembre del 1881 a Parigi, diede al sistema di unità dell'Associazione britannica, già diffuso ed universalmente adoperato fra i tecnici, una sanzione internazionale. Chiamato a proporre, per tutte le ricerche e le applicazioni elettriche, un complesso di unità di misura definitivo, il Congresso ha dovuto preferire ad ogni altro questo sistema, il quale, essendo assoluto, ha il merito di ridurre al minimo gli elementi arbitrari; di permettere di passare facilmente, nei calcoli, da grandezze di una specie a gran-

dezze di altre specie; di presentare per ciascuna unità di misura una definizione scientifica sufficiente per potere in ogni occasione rifare un campione perduto, e controllare una misura per mezzo dei soli campioni che già possediamo, e che sono il metro ed il chilogrammo degli archivi.

Però il Congresso dovette preoccuparsi di due cose: della necessità di dare alle varie unità del sistema adottato nomi convenienti e della necessità di offrire agli sperimentatori, oltre alla definizione scientifica delle varie unità, definizioni pratiche e campioni per le misure usuali.

Era necessario in primo luogo che il Congresso pensasse a dare alle varie unità adottate nomi convenienti. L'Associazione britannica infatti aveva dato definitivamente un nome soltanto all'unità di resistenza e a quella di forza elettro-motrice, denominando la prima *ohm* e la seconda *volt*. Per le altre grandezze il comitato della Associazione inglese si era limitato a proporre il nome di *farad*, col quale si sarebbe potuto significare l'unità di capacità elettrica, e che avrebbe potuto servire per denominare anche l'unità di quantità e quella di corrente. In conformità a questa proposta era invalso l'uso di esprimere il valore delle quantità di elettricità in farad per volt, e quello delle intensità di corrente in farad per minuto secondo. Ma mentre un gran numero di elettricisti si abituava a servirsi di queste denominazioni, altri nomi si venivano proponendo ed erano promiscuamente adoperati. Il *Latimer Clark* dava all'unità pratica di quantità, ossia alla quantità di elettricità contenuta in un farad quando la differenza di potenziali è uguale ad un volt, un nome speciale, e, in onore del fondatore delle misure elettriche assolute, la chiamava *weber*. Denominava quindi l'unità di intensità: l'intensità di un weber per minuto secondo; e la denominazione era adottata da molti. Intanto alcuni cominciavano a denominare *weber* addirittura l'unità pratica di intensità; altri col nome di *weber* rappresentavano l'unità di intensità assoluta centimetrica (*C. G. S.*), ed altri, specialmente in Germania, davano il nome di *weber* all'unità assoluta d'intensità nel sistema millimetro, milligrammo, secondo, ossia all'unità della quale si era effettivamente servito Guglielmo Weber nelle sue classiche ricerche. Quindi una confusione, per rimediare alla quale era indispensabile che il Congresso stabilisse in modo definitivo ed imponesse colla sua autorità i nomi delle diverse unità componenti il sistema da esso adottato.

Il Congresso pensò che il modo più sicuro di por termine alla confusione derivante dalla pluralità dei significati attribuiti alla parola *weber*, fosse quello di togliere addirittura questo nome dal novero di quelli delle unità pratiche adottate. All'unità pratica di intensità di corrente, ossia alla intensità della corrente prodotta da una forza elettro-motrice uguale ad un volt in un circuito di resistenza uguale ad un ohm, si diede perciò il nome di *ampère*. All'unità di quantità di elettricità, ossia alla quantità di elettricità che in un minuto secondo si trasmette attraverso ad ogni sezione di un circuito percorso da una corrente costante di intensità uguale ad un ampère si diede il nome di *coulomb*; ed alla unità di capacità elettrica, ossia alla capacità di un conduttore nel quale un coulomb produce un aumento di potenziale uguale ad un volt, si conservò il nome di *farad*. Il sistema delle unità elettriche risultò quindi così costituito:

L'unità di intensità di corrente è l'*ampère* e si può definire: un decimo dell'unità elettro-magnetica del sistema centimetro, grammo, secondo; oppure l'unità elettro-magnetica nel sistema quadrante terrestre, $\frac{\text{grammo}}{10^{11}}$, secondo, oppure, praticamente:

l'intensità di quella corrente che percorrendo 10 metri di filo avvolti su di una circonferenza di raggio uguale ad un decimetro, esercita sull'unità C. G. S. di magnetismo situata nel centro una forza uguale all'unità assoluta centimetrica, ossia uguale a circa $\frac{1}{981}$ di grammo.

L'unità di forza elettro-motrice è il *volt*; e si può definire: 10^9 unità assolute C. G. S.; oppure l'unità assoluta elettro-magnetica nel sistema quadrante terrestre, $\frac{\text{grammo}}{10^{11}}$, secondo; oppure, praticamente: la forza elettro-motrice colla quale si può produrre un ampère consumando in ogni minuto secondo un lavoro uguale a dieci milioni di unità assolute centimetriche, a dieci milioni di *erg*, a circa $\frac{1}{9,81}$ di chilogrammetro.

L'unità di resistenza è l'*ohm*, e si può definire: 10^9 unità C. G. S.; oppure l'unità assoluta elettro-magnetica nel sistema quadrante terrestre, $\frac{\text{grammo}}{10^{11}}$, secondo; oppure, praticamente: la resistenza nella quale una forza elettro-motrice uguale ad un volt produce una corrente di intensità uguale ad un ampère; oppure ancora la resistenza di un conduttore nel quale una

corrente costante di intensità uguale ad un ampère produce in ogni minuto secondo una quantità di calore equivalente a 10^7 erg, ossia a circa $\frac{1}{9,81}$ di chilogrammetro.

L'unità di quantità di elettricità è il *coulomb*; e si definisce: un decimo dell'unità elettro-magnetica C. G. S.; oppure l'unità elettro-magnetica del sistema *quadrante terrestre*, $\frac{\text{grammo}}{10^{11}}$, *secondo*; oppure, come si è detto già: la quantità di elettricità che in un minuto secondo passa a traverso ad una sezione di un conduttore percorso da una corrente costante d'intensità uguale ad un ampère.

Finalmente l'unità di capacità è il *farad*; e si definisce: la frazione 10^{-9} di un'unità assoluta elettro-magnetica C. G. S. di capacità; oppure l'unità elettro-magnetica corrispondente alle unità fondamentali *quadrante terrestre*, $\frac{\text{grammo}}{10^{11}}$, *secondo*; oppure, come si è detto già: la capacità di un corpo nel quale una quantità di elettricità uguale ad un coulomb produce un aumento di potenziale uguale ad un volt.

Con questi nomi imposti dall'autorità di un Congresso scientifico internazionale fu risolta la prima difficoltà a cui ho accennato, e fu evitato per l'avvenire il pericolo di ogni confusione. Rimaneva però la seconda difficoltà: quella di offrire agli sperimentatori, oltre alle definizioni scientifiche delle varie unità, definizioni pratiche, e, se possibile, campioni per le misure usuali. Le definizioni sovra riferite, o le altre equivalenti, che si potrebbero dare delle unità elettro-magnetiche, sono troppo astratte; e le misure *assolute* basate direttamente su di esse richiedono tali mezzi e tale cura da non potersi fare correntemente da chiunque ed in qualunque luogo. Le unità proposte dal Congresso non avrebbero potuto essere accolte dai pratici se non alla condizione che si potesse definire la grandezza almeno di alcune di esse, dando con sufficiente esattezza i loro rapporti con grandezze della medesima specie facilmente riproducibili ed atte a servire come campioni. Nè il Congresso avrebbe prescelto il sistema elettro-magnetico, se non avesse creduto possibile determinare in un tempo non lontano, con approssimazione sufficiente per gli ordinari bisogni della pratica, tali rapporti. Soprattutto era sentita la necessità di avere un campione dell'ohm, od almeno di conoscere con sicurezza il

rapporto dell'ohm con un campione di resistenza atto ad essere riprodotto, senza bisogno di fare ad ogni volta la difficile misura di una forza elettro-motrice e di una intensità di corrente in unità assolute elettro-magnetiche.

Questa necessità era stata sentita già dal Comitato dell'Associazione britannica, il quale si era perciò occupato esso stesso di misure dirette ad ottenere, espressa in unità elettro-magnetiche, la resistenza di fili metallici, ed a costruire campioni rappresentanti l'unità, a cui esso aveva dato il nome di ohm. Il Comitato aveva esteso i suoi studi alla ricerca del metallo più conveniente per la costruzione di campioni invariabili di resistenza; ed in conformità della proposta fatta dal Matthiessen in seguito ad una estesa serie di ricerche, esso aveva costruito, per essere distribuiti agli elettricisti, campioni fatti con una lega di 33,4 di platino e di 66,6 d'argento. Intanto, per servire ad ulteriori ricerche esso aveva costruito, con due metalli semplici e con tre leghe diverse, dieci campioni dell'ohm, due per ogni specie. I due metalli semplici erano l'oro ed il mercurio; le leghe erano di oro ed argento, di platino ed argento, di platino ed iridio. I dieci campioni erano stati depositati nell'osservatorio di Kew insieme agli istrumenti destinati a riconfrontarli di tempo in tempo.

Ma le misure fatte dal Comitato della Associazione britannica non furono, nè pel metodo seguito, nè per i risultati che diedero, esenti da critiche severe. Il *Kohlrausch* con un esame minuzioso delle varie cause d'errore che avevano potuto alterare i risultati di quelle misure, e colla discussione dei risultati delle medesime, asserì che il campione di resistenza determinato dell'Associazione inglese poteva differire dal vero, ossia da ciò che avrebbe dovuto essere secondo la definizione teorica, del due od anche del tre per cento.

Fece poi egli stesso nuove determinazioni e trovò come risultato un valore dell'ohm inferiore di circa 2 per cento a quello della Associazione britannica. Intanto, mentre *Stoletow* riconferma i risultati di *Kohlrausch*, il *Dehms* in un notevole lavoro trova per l'ohm un valore molto più grande, e superiore non solo a quello di *Kohlrausch* e di *Stoletow* ma anche a quello della Associazione britannica; *Hermann Siemens* ritrova il valore ottenuto da *Dehms*, e *Lorenz* con un metodo nuovo, che ha il merito di impiegare correnti costanti, trova per l'ohm un valore più grande ancora, valore che supera quello dato

dall'Associazione britannica di circa 2,6 per cento. Il professore *H. Friedrich Weber* di Zurigo viene dopo, ed in base a sue determinazioni, dà per l'ohm un valore molto prossimo a quello della Associazione inglese. E finalmente *Lord Rayleigh* e *Arturo Schuster* riprendendo il metodo già seguito dall'Associazione britannica, e valendosi dei medesimi apparecchi, concludono che il valore trovato dalla Associazione supera il vero di circa 1,1 per cento.

A queste discrepanze dei risultati delle misure si aggiungevano differenze di opinioni sulla scelta più conveniente del metallo per definire praticamente l'unità di resistenza, e per farne de' campioni. *Werner Siemens* di Berlino, che già nel 1860, un anno prima che il Comitato dell'Associazione britannica cominciasse i suoi lavori, aveva proposto e costruito la sua unità di resistenza (la resistenza di una colonna di mercurio di un metro di lunghezza e di un millimetro quadrato di sezione, alla temperatura di zero gradi), sosteneva che il mercurio era l'unico metallo atto a servire alla definizione della unità, e che alla costruzione di campioni per le misure usuali poteva servire il pakfong. Con lui era una schiera di scienziati, specialmente tedeschi. Invece il *Matthiessen*, il *Fleming Jenkin*, ed altri non ammettevano la possibilità di ottenere con una colonna di mercurio una resistenza atta al confronto dei campioni usuali, e per la costruzione di questi preferivano la lega dell'Associazione britannica, di platino ed argento.

In mezzo a tale discrepanza di numeri e di opinioni era adunque indispensabile, che nuove ricerche, autorevoli, definitive venissero a mostrare se, e con quale precisione, le resistenze si possono sperimentalmente comparare colla unità elettromagnetica prescelta: senza di ciò l'ohm non sarebbe che un'unità empirica come tutte le altre, la quale all'inconveniente di essere difficile a definire ed a riprodurre non contrapporrebbe altro vantaggio che quello di facilitare nei calcoli più grossolani alcune valutazioni pratiche. Era inoltre necessario che si ponesse termine alle discussioni sul metallo da scegliersi per definire praticamente l'unità.

Il Congresso internazionale del 1881 risolse questa seconda questione stabilendo che il valore dell'ohm dovesse praticamente definirsi per mezzo della lunghezza, in metri, di una colonna di mercurio a zero gradi, della sezione trasversale di un millimetro quadrato. Ed in quanto alla prima questione, a quella

che si riferisce al valore dell'ohm, deliberò che lo studio di essa fosse affidato ad una Commissione internazionale. La Commissione ebbe adunque il mandato seguente: *Determinare la lunghezza che deve avere una colonna di mercurio puro alla temperatura di 0°, di sezione trasversale uguale ad un millimetro quadrato, acciocchè la sua resistenza sia uguale ad un ohm.*

Per corrispondere a questo mandato la Commissione doveva occuparsi successivamente di due distinti lavori:

1.° Studiare i vari metodi per la misura assoluta delle resistenze elettriche fin qui adoperati o proposti; esaminare, confrontare e discutere i risultati finora ottenuti, per vedere se coi medesimi fosse fin d'ora possibile determinare con un'esattezza sufficiente, per gli usi ordinari della pratica, il valore dell'ohm; e nel caso che i risultati attualmente conosciuti non fossero sufficienti per questa determinazione, indicare i metodi migliori da seguirsi per nuove esperienze, tracciare il programma di lavori ulteriori. Studiare analogamente le operazioni necessarie per confrontare la resistenza di un conduttore metallico, misurata in unità assolute nel modo ora detto, con quella di una colonna di mercurio puro, a zero gradi, di dimensioni conosciute, onde calcolare la lunghezza della colonna di mercurio di un millimetro quadrato di sezione, la quale rappresenta colla approssimazione voluta il valore dell'ohm.

2.° Cercare in seguito il modo migliore per costruire campioni effettivi di resistenza, i quali soddisfacciano alla condizione di conservarsi inalterati così da rimanere per un tempo abbastanza lungo comparabili con sè stessi. Collo studio dei procedimenti per la costruzione effettiva dei campioni di resistenza si collegherebbe quello delle questioni relative ai metodi per la loro riproduzione, e di quelle relative ai luoghi, agli istituti ed alle persone che li dovranno conservare e riprodurre.

Nella sua prima sessione, che si è chiusa testè, la Commissione non si occupò che del primo di questi due lavori; ed anche di questo non potè fare altro che una parte.

Il confronto dei risultati ottenuti dai vari sperimentatori che prima d'ora hanno fatto misure assolute di resistenza, confronto al quale io stesso ebbi poc'anzi occasione di alludere, pone in evidenza l'assoluta insufficienza di questi risultati e la necessità di nuove determinazioni. Perciò la Commissione internazionale dovette rinunciare a stabilire fin d'ora il valore dell'ohm in colonna di mercurio, e rivolgere invece il proprio

studio ai mezzi più opportuni per sollecitare, aiutare ed indirizzare i lavori degli sperimentatori. A quest'uopo la prima cosa da farsi consisteva nel passare a rassegna i diversi metodi per le misure assolute di resistenza, onde classificarli secondo la loro attendibilità, e raccomandare agli sperimentatori quelli che si presentassero come suscettibili di dare buoni risultati.

Innanzitutto la Commissione considerò che le difficoltà e la cause di errore, che si presentano nelle misure assolute, sono di tale natura da non potere essere ponderate se non nei procedimenti che furono già effettivamente messi in pratica.

Prescindendo perciò da ogni giudizio sui metodi proposti ma non ancora sperimentati, essa prese in esame, classificandoli, i vari procedimenti che hanno già avuto la consacrazione dell'esperienza.

Come conclusione della discussione che fece di questi procedimenti la Commissione approvò la seguente lista di metodi, che essa propone come particolarmente atti a dare risultati precisi:

1.° Metodi basati sulla misura dell'intensità della corrente indotta in un circuito chiuso nell'atto della chiusura o della rottura di una corrente di intensità misurata, circolante in una spirale di note dimensioni (Metodo di Kirchhoff).

2.° Metodi nei quali si misura in unità elettro-magnetiche l'intensità della corrente indotta dal magnetismo terrestre in una grande spirale di note dimensioni, quando questa viene fatta rotare di 180 gradi attorno ad un suo diametro. Questi metodi, che presentano varie differenze nei particolari, e specialmente nel modo di determinare la superficie della spirale del moltiplicatore e l'azione sua sull'ago, sono dovuti a Guglielmo Weber, che li adoperò con buoni risultati.

3.° Metodo nel quale la resistenza di un moltiplicatore viene determinata per mezzo dello smorzamento delle oscillazioni di un ago magnetico situato nel suo interno. Anche questo metodo è dovuto a Guglielmo Weber, che ne fece uso nelle classiche sue ricerche elettro-dinamiche.

4.° Metodo che ha servito nelle misure fatte dalla Associazione britannica. Questo metodo, come i due precedenti, è di Guglielmo Weber. Esso consiste nel misurare la deviazione di una leggiera calamita, appesa al centro di una spirale circolare che si fa rotare, con moto uniforme e con velocità nota, attorno al proprio diametro verticale. Le difficoltà e le cause

di errore che si presentano in questo procedimento sono gravissime, ed è noto come dall'esame delle medesime il Kohlrausch traesse serie obiezioni contro l'operato della Associazione inglese.

Tuttavia le recenti ricerche di lord Rayleigh e del Schuster, le quali furono eseguite cogli apparecchi medesimi dell'Associazione britannica, hanno tale valore, che il metodo non potrebbe non essere preso in considerazione.

5.º Metodo del *Lorenz*. Questo metodo si distingue, fra quelli finora adoperati, per essere basato sull'uso di sole correnti costanti. In esso la forza elettro-motrice necessaria per la misura assoluta della resistenza è prodotta dall'induzione di una corrente elettrica costante sopra un disco circolare di rame rotante attorno al centro, nel proprio piano. È noto che una corrente costante di forma circolare fa girare un disco metallico concentrico, quando questo è percorso da correnti radiali; inversamente, se si imprime al disco metallico un movimento di rotazione, si produce una forza elettro-motrice diretta secondo i raggi del disco, la quale si può raccogliere per mezzo di due sfregatoi collocati l'uno al centro, l'altro alla circonferenza. Questa forza elettro-motrice è proporzionale alla intensità i della corrente circolare induttrice ed alla velocità angolare ω del disco; detta C una costante che dipende unicamente dalle dimensioni del disco, e che si sa calcolare, la forza elettro-motrice d'induzione vale $C\omega i$. Intanto la corrente induttrice di intensità i si fa passare pel filo di cui si vuol misurare la resistenza r , e produce alle due estremità del medesimo una differenza di potenziale uguale ad ri . Se si mettono i due sfregatoi, in comunicazione, mediante due fili, colle estremità suddette, in modo che la forza elettro-motrice d'induzione si opponga alla ri , e si fa variare la velocità ω finchè un galvanometro inserito su uno dei fili partenti dagli sfregatoi indichi che in questo filo, e quindi nel disco, non c'è corrente, si ha $C\omega i = ri$, ossia $r = C\omega$. La resistenza r si può adunque calcolare in unità elettromagnetiche assolute, senza bisogno di misurare altro che le dimensioni del disco, dalle quali dipende il valore di C , e la velocità angolare ω del medesimo. Questo metodo, posto in pratica dal Lorenz, ha condotto ad un numero assai diverso da tutti i precedenti: ad una lunghezza della colonna di mercurio equivalente all'ohm, la quale supera quelle date dagli altri sperimentatori di circa il 2 per cento. Egli è probabile che le numerose cause di errore che in esso si presentano siano molto

gravi, e la discussione che di esse si fece in seno alla Commissione lo ha dimostrato. Le difficoltà più gravi stanno nelle forze elettro-motrici termo-elettriche, che possono generarsi nei contatti del disco cogli sfregatoi, e nella incertezza della misura del diametro del disco. Tuttavia il vantaggio di non richiedere la misura assoluta nè di intensità di correnti, nè di campi magnetici, e l'eleganza del metodo sono tali che la Commissione non solo ammise il metodo fra i raccomandabili, ma si sentì inclinata a dare al medesimo una importanza eccezionale. Il Lorenz poi presentò alla Commissione una proposta di modificazione, che eliminerebbe, secondo le sue speranze, la difficoltà dei contatti mobili e delle forze elettro-motrici termo-elettriche che ne sono la conseguenza. La modificazione consisterebbe nell'adoperare, invece di uno, due dischi rotanti in sensi opposti e toccanti alla periferia. La forza elettro-motrice si raccoglierebbe allora ai centri dei due dischi.

Oltre ai metodi sopra enumerati, nei quali si fa uso di una forza elettro-motrice prodotta dalla induzione magneto-elettrica e calcolabile in unità elettro-magnetiche, si ha il procedimento calorimetrico, nel quale la resistenza di un conduttore viene dedotta dalla quantità di calore in esso prodotta da una corrente di intensità conosciuta. Questo metodo, uno dei più diretti, è anche uno dei più importanti nella storia della questione, soprattutto per l'applicazione che ne fece il *Joule*, che controllò per mezzo del medesimo i risultati delle misure del Comitato della Associazione britannica. Attualmente però esso non potrebbe essere adoperato come mezzo per trovare il valore esatto dell'ohm, in causa dell'incertezza in cui siamo circa il valore dell'equivalente dinamico del calore. Questa incertezza, dovuta specialmente ai risultati delle ultime ricerche del *Régnault*, è grandissima. E quindi, benchè nella discussione, che se ne fece, il *W. Thomson* abbia asserito che la discrepanza tra il valore dell'equivalente dinamico del calore dedotto dalle esperienze del *Régnault* e tutti gli altri sia dovuta ad una imperfezione nel modo di porre a calcolo le esperienze, e che, secondo la sua convinzione, il valore dell'equivalente dinamico del calore si possa fin d'ora fissare tra 424 e 425 con un errore minore di $\frac{1}{3}$ per cento, la Commissione credette di non potere annoverare il metodo calorimetrico fra quelli specialmente raccomandabili per la determinazione dell'ohm. Ciò non toglie che le misure della quantità di calore svolta in dati conduttori da correnti di

intensità conosciute non siano utilissime, giacchè se esse, per ora, non possono condurre alla determinazione delle resistenze in misura assoluta, potranno essere utilissime per la determinazione definitiva dell'equivalente dinamico del calore. A questo titolo la Commissione internazionale raccomandò agli sperimentatori, insieme ai metodi elettro-magnetici sovra enumerati, le misure calorimetriche sulle correnti.

Annoverati per tal modo, e classificati i vari procedimenti degni di essere specialmente raccomandati agli sperimentatori, la Commissione si dovette occupare del grado di approssimazione che i risultati delle misure dovranno avere, onde si possa pensare a preparare, per mezzo dei medesimi, campioni sufficienti per le applicazioni più ordinarie della pratica. La determinazione esatta della lunghezza della colonna di mercurio della sezione di un millimetro quadrato, la cui resistenza è uguale ad un ohm, non potrà essere ottenuta nè in uno nè in pochi anni di esperienze, non la si otterrà mai; e comunque si facciano i campioni di questa unità di misura, rimarrà sempre agli scienziati il problema di determinare l'errore. Ma la pratica, specialmente quella delle applicazioni industriali, domanda con urgenza almeno una soluzione approssimata. Quindi la Commissione fu d'avviso, che, per rispondere a questo bisogno delle applicazioni, si dovesse nella determinazione del campione dell'ohm considerare come sufficiente una approssimazione di un millesimo: approssimazione che, se supera notevolmente quella dei risultati già ottenuti, si spera di poter ottenere in un tempo non lontano colle nuove ricerche. Essa adunque ammise che allorquando i risultati delle diverse determinazioni presenteranno una concordanza, la quale permetta di assicurare la approssimazione di un millesimo, converrà arrestarsi a questa approssimazione per fissare subito il valore del campione pratico di resistenza.

Dopo queste decisioni incombeva alla Commissione internazionale il dovere di aiutare coi suoi pareri e coi suoi voti le nuove esperienze. Ed a questo scopo emise i due voti seguenti:

1. Che il Governo francese prendesse le disposizioni necessarie acciocchè un medesimo campione, o parecchi campioni di resistenza vengano messi a disposizione degli sperimentatori che si occupano di misure assolute, onde facilitare i confronti.

2. Che il Governo francese si assumesse l'incarico di trasmettere ai Governi rappresentati nella conferenza un voto tendente a far sì che ciascuno di essi, considerando l'importanza

e l'urgenza di una soluzione pratica del problema, prendesse le disposizioni necessarie per favorire le ricerche dei suoi nazionali relative alla determinazione delle unità elettriche.

Si presentò da alcuni dei delegati alla conferenza la proposta di studiare fin d'ora l'impianto di uno stabilimento internazionale destinato alla determinazione, alla costruzione, alla conservazione ed alla riproduzione dei campioni per le misure elettriche, ed alle ricerche che vi si collegano. Ma la grande maggioranza della Commissione fu d'avviso che il momento di pensare a ciò non fosse ancora venuto. Nello stato attuale della questione, il lavoro che bisogna fare consiste nel moltiplicare le determinazioni, nel provare i metodi più svariati, nello studiare il problema sotto tutti gli aspetti, nell'attaccarlo da tutte le parti. Occorre adunque, e questa è la cosa più urgente, che il più grande numero di sperimentatori si accinga a tali ricerche delicate; e siccome queste richiedono mezzi superiori a quelli che ordinariamente posseggono i singoli laboratori, è desiderabile, è indispensabile, che i Governi, che col farsi rappresentare nella conferenza dimostrarono di interessarsi a questo grande lavoro scientifico, vengano in aiuto di quelli che possono degnamente rappresentarli nella palestra internazionale che si è aperta.

SECONDA COMMISSIONE.

CORRENTI ELETTRICHE TERRESTRI,

ELETTRICITÀ ATMOSFERICA E PARAFULMINI.

COLLEGAMENTO TELEGRAFICO DEGLI OSSERVATORI METEOROLOGICI.

In conformità delle risoluzioni adottate dal Congresso degli elettricisti nella seduta del 5 ottobre 1881, il mandato della seconda Commissione era il seguente:

I. Precisare i metodi d'osservazione per l'elettricità atmosferica, allo scopo di generalizzarne lo studio.

II. Riunire gli elementi statistici relativi all'efficacia dei parafulmini dei diversi sistemi, ed all'azione preservatrice o nociva delle reti telegrafiche e telefoniche.

III. Organizzare lo studio sistematico delle correnti terrestri sulle linee telegrafiche, od almeno le osservazioni di tali correnti nei giorni *termini* specificati dalla Commissione polare internazionale all'epoca delle sue spedizioni (il 1.º ed il 15 di ciascun mese).

IV. Studiare le migliori condizioni di impianto di una rete *telemeteorografica* internazionale, la quale permetta alle varie stazioni di comunicare tra loro senza interruzione, onde ottenere così, in modo continuo, lo stato meteorologico del più grande numero possibile di punti utili.

La Commissione esaminò, l'una dopo l'altra tutte quattro le questioni su nominate.

QUESTIONE I. — *Precisare i metodi di osservazione per l'elettricità atmosferica allo scopo di generalizzarne lo studio.*

Lo studio dell'elettricità atmosferica si divide naturalmente in due parti: nella osservazione continua delle variazioni periodiche regolari del potenziale elettrico dell'aria; e nella osservazione dei fenomeni elettrici che accompagnano gli uragani.

La prima parte, l'osservazione continua e regolare dell'elettricità dell'aria, ha molta importanza: da essa dipende la soluzione di questioni ancora controverse, le quali interessano moltissimo lo studio dei fenomeni dell'atmosfera. Una di queste, che citerò come esempio, fu oggetto di discussione nelle riunioni stesse della Commissione; ed è questa: se il potenziale elettrico dell'atmosfera presenti quotidianamente due massimi e due minimi, come pare risultare dalle osservazioni fatte dall'*Everett* o se invece esso presenti un solo massimo ed un solo minimo giornaliero, come pare che risulti dalle regolari osservazioni del *Mascart*. Bisognava adunque promuovere questo studio, ed additare agli studiosi i procedimenti migliori per ricavarne buoni risultati.

Per promuovere le osservazioni dell'elettricità atmosferica la Commissione non aveva che un mezzo: emettere un voto, il voto che i governi delle nazioni rappresentate nella conferenza incoraggino e diffondano, ciascuno nella propria sfera, tali studi. Questo voto fu adottato all'unanimità; ed io adempio a un dovere segnalandolo all'E. V.

Emesso questo voto, la Commissione doveva discutere i procedimenti per le osservazioni del potenziale elettrico dell'aria. Anche su ciò essa si trovò unanime. Il potenziale elet-

trico dell'atmosfera è variabilissimo, e le sue variazioni repentine avvengono bruscamente, irregolarmente, per salti. Sarebbe quindi impossibile ricavare alcuna conseguenza da osservazioni fatte di tempo in tempo, anche se ad intervalli molto brevi; osservazioni fatte solamente in istanti determinati difficilmente potrebbero condurre alla conoscenza della legge generale, principale, del fenomeno. La Commissione quindi fu d'avviso di consigliare l'installazione di apparecchi ad indicazione continua, di apparecchi registratori. Il *Mascart*, professore nel Collegio di Francia e direttore dell'ufficio centrale meteorologico di Parigi, indicò come convenientissimo l'apparecchio di cui egli si serve.

Questo apparecchio si compone di un raccoglitore della elettricità dell'aria, e di un elettrometro registratore. Il raccoglitore è a scolo di liquido ed è costituito da un grande recipiente cilindrico di metallo, da cui si diparte in basso un piccolo tubo, donde effluisce un filo di liquido.

L'apparecchio può essere collocato a qualunque altezza. Come liquido si può, nelle condizioni ordinarie, adoperare l'acqua pura; e quando la temperatura è bassa, basta aggiungere all'acqua alquanto alcool per impedire la congelazione; nei casi eccezionali di freddi intensissimi, si può adoperare l'alcool puro.

L'apparecchio registratore è un elettrometro a quadrante di W. Thomson colla disposizione più semplice che gli ha dato il *Mascart*. Le deviazioni dello specchietto sono registrate, per mezzo della fotografia, su di una striscia di carta, che si muove verticalmente con moto uniforme.

La Commissione, invitata dal *Mascart*, poté vedere nel laboratorio di fisica del Collegio di Francia l'installazione dello strumento. La massima cura, in una installazione come questa, si deve avere per il perfetto isolamento; stando alle osservazioni del *Mascart* ed a quelle del Thomson, risulta possibile che l'apparenza di un doppio periodo giornaliero, con due massimi e con due minimi, si possa attribuire ad una insufficienza delle disposizioni prese per isolare gli apparecchi.

Dietro proposta di sir W. Thomson, la conferenza affermò inoltre l'opinione che, oltre all'osservazione del potenziale elettrico esterno, sia utile fare osservazioni sull'elettricità dell'aria nell'interno degli edifici. Secondo i risultati di alcune esperienze citate da Helmholtz risulta che le osservazioni del potenziale dell'aria si possono fare assai bene e regolarmente nell'interno di una camera, alla condizione che le pareti sieno sufficiente-

mente conduttrici per assumere in ogni istante un potenziale uniforme.

Quanto alla comparabilità delle osservazioni fatte nei diversi osservatori, la questione è duplice. Si debbono considerare separatamente la comparabilità degli elettrometri, e quella dei risultati delle osservazioni fatte coi medesimi del potenziale elettrico dell'atmosfera. Ora la comparabilità degli elettrometri è certamente sufficiente quando questi sieno apparecchi a quadrante del sistema Thomson, come sopra si è detto. Non solamente è facile verificare se le condizioni di un medesimo elettrometro si mantengono inalterate, in modo che le misure fatte col medesimo in tempi diversi si possano paragonare con sufficiente esattezza tra di loro; ma non è difficile nemmeno paragonare con sufficiente esattezza due elettrometri diversi situati in luoghi diversi; basta infatti paragonare le deviazioni segnate dai due apparecchi quando sono adoperati a misurare una medesima differenza di potenziali, per esempio quella di una pila Daniell di un certo numero di elementi. Ma lo stesso non è dei risultati delle osservazioni del potenziale atmosferico fatte nei diversi osservatori. Queste non sono facili a compararsi; esse sono influenzate dalle conformazioni del luogo dove vengono eseguite. Il Thomson indicò il solo artificio che si abbia per rendersi conto, in qualche modo, di questa influenza. Bisogna fare simultaneamente osservazioni nella stazione meteorologica ed in stazioni provvisorie poste in mezzo ad uno spazio largo, libero e scoperto, scelto in prossimità della stazione meteorologica. A quest'uopo si scava nel suolo una fossa sufficiente perchè vi possa stare un osservatore munito di un elettrometro portatile; il potenziale dell'aria è preso per mezzo di una miccia collocata alla altezza di tre o quattro metri dal suolo.

Tutto ciò riguarda lo studio regolare e continuo del potenziale atmosferico, nelle condizioni normali. Un'altra parte importante dello studio dell'elettricità dell'atmosfera è, come ho detto, quella dei fenomeni che accompagnano gli uragani. Per lo studio di questi fenomeni sarebbe utilissimo che si riuscisse ad aggiungere ai dati raccolti negli osservatori meteorologici, quelli che si potrebbero raccogliere negli uffici telegrafici. L'insieme di tutte le osservazioni, che si avrebbero così riunite, darebbe un'immagine più esatta della variazione dell'elettricità atmosferica sopra regioni molto estese. Coll'intento di ciò ottenere, l'osservatorio meteorologico centrale di Parigi distribuisce

a tutti gli uffici telegrafici francesi *bollettini dei temporali*, dove ci debbono inscrivere i numeri dei fili telegrafici su quali gli uragani si fanno sentire, l'ora delle osservazioni ed i principali fenomeni osservati. È bensì vero, che spesso le esigenze del servizio telegrafico rendono impossibili le osservazioni desiderate; finché infatti le perturbazioni dovute al temporale non sono così forti da rendere impossibile il servizio, l'impiegato seguita a telegrafare, e quando le perturbazioni diventano molto intense, egli, per preservare gli apparecchi telegrafici, mette la linea a terra e non può quindi più nulla osservare. Ma un risultato utile si potrà ciò nonostante ricavare, ed è l'indicazione precisa del momento in cui il temporale ha cominciato a farsi sentire; a questo riguardo i telegrafisti non si possono sbagliare. Per questo motivo la pratica seguita dall'ufficio meteorologico di Parigi è raccomandabile, e la Commissione affermò il desiderio di vederla estesa anche negli altri paesi. Ed a ciò si riduce tutto quanto la Commissione poteva fare, su questo punto, in questa sua prima riunione; essa non poté fare altro che esprimere il voto *che lo studio degli uragani venga esteso a tutti i paesi.*

QUESTIONE II. — *Riunire gli elementi statistici relativi all'efficacia dei parafulmini ed all'azione preservatrice o nociva delle reti telegrafiche e telefoniche.*

A preparare materiali utili per lo studio degli effetti del fulmine, per quello delle questioni relative all'efficacia de' parafulmini e per l'influenza preservatrice o dannosa delle reti telegrafiche e telefoniche, danno opera già fin d'ora, benchè isolatamente, alcuni osservatori. Fra questi merita di essere citato con lode l'ufficio centrale meteorologico di Roma diretto dal professore *P. Tacchini*, il quale già dall'anno scorso ha cominciato a notare nei bollettini, oltre agli altri elementi dei temporali, anche i danni del fulmine. Egli è certo che se la pratica fosse seguita da tutti gli osservatori ove si fa lo studio degli uragani, sarebbe possibile raccogliere, in un tempo non lungo, dati preziosi ed istruttivi.

Ma l'opera degli osservatori vorrebbe essere aiutata da quella di tutte le amministrazioni che vi possono avere interesse. E benchè fin d'ora alcune di queste, segnatamente le amministrazioni telegrafiche e telefoniche, per cui le questioni collegate a questo studio hanno maggiore importanza, vadano raccogliendo

utili osservazioni, egli sarebbe desiderabile che queste venissero estese, regolate da criteri generali, e, quel che più monta, coordinate e comunicate regolarmente agli uffici meteorologici. Questo è il voto emesso dalla Commissione: *che i Governi rappresentati nella conferenza organizzino ed incoraggino tutte le osservazioni che hanno attinenza cogli effetti del fulmine e coll'efficacia dei parafulmini, ed invitino tutte le amministrazioni a ciò più interessate a moltiplicare per proprio conto le osservazioni, ed a farle conoscere regolarmente.*

Per precisare le regole relative a questo studio, e per facilitare la comparazione delle varie osservazioni, su cui si dovrà basare la desiderata statistica sull'efficacia dei parafulmini e sull'azione delle reti telegrafiche e telefoniche, la Commissione adottò due questionari da trasmettersi ai Governi perchè li distribuiscano a tutti quelli da cui si potranno avere utili osservazioni. Il primo di questi questionari si riferisce ai colpi di fulmine fuori delle linee telegrafiche o telefoniche, e mira specialmente allo studio dell'efficacia dei parafulmini. L'altro si riferisce ai colpi di fulmine sulle linee telegrafiche e telefoniche, o nelle abitazioni collegate coi fili; e questo mira a constatare l'azione preservativa o dannosa delle reti medesime.

I due questionari sono i seguenti:

PRIMO QUESTIONARIO.

COLPI DI FULMINE FUORI DELLE LINEE TELEGRAFICHE O TELEFONICHE.

1.º Località:

Posizione geografica — Ora.

2.º Natura dell'oggetto colpito:

Casa	} Altezza — Modo di costruzione — Materiali — Natura del tetto e della sua ossatura — Masse metalliche — Travi di ferro, ecc.
Chiesa	
Monumento pubblico . .	
Costruzione in generale.	
Alberi (specie, altezza).	
Pagliai o fienili.	
Persone - animali.	

3.º Posizione di questi oggetti:

Dintorni: L'oggetto è isolato o vicino a case o ad alberi poco elevati? — A quale distanza? — Natura del suolo.
— Sonvi giacimenti metallici o lame d'acqua nelle vicinanze?

4.º Natura dei guasti:

Strada seguita dalla folgore. — Oggetti abbruciati, fusi o distrutti. — Incendi consecutivi. — Effetti meccanici. — Trasporto di materiali. — Sono state toccate dal fulmine condotte d'acqua, di gas, o di caloriferi? — Sembra che esse abbiano avuta una parte nei danni?

5.º Esiste un parafulmine, sia sull'oggetto colpito, sia nelle vicinanze?

Quale è la distanza, e quale l'altezza del parafulmine, relativamente alla posizione del colpo di fulmine?

Indicare il sistema di parafulmine e descriverne la costruzione. — Numero delle punte, loro altezza, loro diametro, natura delle loro estremità. — Numero dei conduttori lungo il tetto, loro forma, loro sezione e loro diametro. — Numero delle sbarre di comunicazione col suolo e loro diametro.

Stato dell'apparecchio prima dell'accidente. — Data della costruzione e dell'ultima verifica, se ne è del caso.

Stato della comunicazione colla terra. — Natura, grandezza e forma delle superficie di contatto col suolo. — Natura del terreno.

Sono i parafulmini posti in comunicazione colle condotte d'acqua e di gas, ed in qual modo? — Sonvi masse metalliche nelle vicinanze? Sono queste collegate col parafulmine?

6.º Informazioni diverse:

Vi ebbero parecchi colpi successivi? — Vi ebbero altri colpi di fulmine nelle vicinanze, ed a quale distanza? — Fu il colpo di fulmine preceduto da pioggia, da grandine o da una tromba? — Testimonianza delle persone che hanno veduto il colpo di fulmine.

SECONDO QUESTIONARIO.

COLPI DI FULMINE SULLE LINEE TELEGRAFICHE O TELEFONICHE
O NELLE ABITAZIONI COLLEGATE COI FILI.

1.º Località:

Posizione geografica — Ora.

2.º Accidenti sui fili:

Natura del filo colpito. — Diametro. — Modo di installazione. — Natura, dimensioni e modo di preparazione dei pali. — Numero dei fili portati dai pali nel punto colpito. — Isolatori.

Natura e modo di installazione. — Esistono parafulmini sui pali vicini? — Distanza dal punto colpito alle stazioni vicine da una parte e dall'altra.

Guasti sulla linea a qualche distanza dal punto colpito.

Guasti sugli oggetti vicini. — Natura di questi guasti. — Fusione e volatilizzazione dei metalli. — Trasporti metallici.

3.º Accidenti nelle abitazioni:

Uffici telegrafici e stazioni telefoniche. — Natura della linea. — Modo di costruzione. — Natura e diametro del filo.

Modo d'installazione degli appoggi vicini. — Numero dei fili che essi portano. — Cammino seguito dal fulmine. — Guasti sui parafulmini. — Natura dei parafulmini. — Guasti sugli apparecchi, sugli oggetti vicini, sulle persone. — Traccie lasciate sui vari apparecchi, e tra gli altri sulle piastre dei commutatori. — Per le stazioni telefoniche indicare la natura degli apparecchi — V'è un microfono ed una pila? — Natura della comunicazione col suolo.

Influenza della vicinanza dei tubi del gas e dell'acqua. — Modo di unione di questi tubi.

Preparato in questo modo il piano del lavoro che dovrà fornire gli elementi per una statistica dei casi di fulmine, la Commissione chiuse le sue discussioni sulla seconda questione esprimendo ancora un desiderio: il desiderio che, per cura delle pubbliche amministrazioni, i parafulmini vengano sottoposti ad una verifica periodica.

QUESTIONE III. — *Organizzare lo studio sistematico delle correnti terrestri sulle linee telegrafiche, od almeno le osservazioni di tali correnti nei giorni "termini", specificati dalla Commissione polare internazionale all'epoca delle sue spedizioni.*

Il modo migliore di fare lo studio delle correnti terrestri sarebbe, se fosse attuabile, quello di far servire a ciò, in ciascun paese, almeno due lunghe linee telegrafiche dirette preferibilmente l'una dal nord al sud, e l'altra dall'est all'ovest; ed installare su queste linee apparecchi registratori da cui si possano avere indicazioni continue. Il *Mascart*, a questo riguardo, ammetteva non essere impossibile combinare un apparecchio reometrico registratore tale da poter lavorare regolarmente anche durante il servizio telegrafico.

Nelle condizioni attuali però l'idea di istituire osservazioni continue su linee telegrafiche in esercizio non è attuabile. Parve alla Commissione essere assai più pratico rinunciare, per ora, al vantaggio di poter operare su grandi distanze, e proporre invece la costruzione di linee telegrafiche anche brevi, ma unicamente destinate alle osservazioni delle correnti terrestri, e collegate perciò direttamente cogli osservatorii. È molto probabile che, ricorrendo ad apparecchi di misura abbastanza sensibili, si possano ricavare indicazioni utili anche su linee di lunghezza piccolissima; linee di tre a cinque chilometri potrebbero in alcuni casi essere sufficienti. Ora la spesa necessaria per l'impianto di linee così fatte potrebbe non superare quella che in tutti i paesi un osservatorio scientifico può ragionevolmente chiedere al Governo in servizio degli studi. Nella Russia l'esperimento è già avviato, ed alcune linee destinate unicamente allo studio delle correnti telluriche sono di già costrutte; inoltre si posseggono già fin d'ora risultati di osservazioni isolate, le quali dimostrano che anche su linee brevissime si possono fare osservazioni importanti. L'idea adunque di proporre ai Governi la costruzione di linee speciali destinate unicamente a questi studi è perfettamente pratica; è, nello stato attuale, la sola veramente pratica.

Lo studio regolare, fondamentale, basato sulle indicazioni continue degli apparecchi installati sulle brevi linee appositamente costrutte, delle quali si è detto, dovrebbe poi essere completato colle osservazioni che si potrebbero fare ad intervalli regolari di tempo, ed il più spesso possibile, sulle grandi linee. Si dovrebbero a quest'uopo scegliere per fare le osservazioni sulle lunghe linee, possibilmente, i medesimi giorni in tutti i paesi. Quindi la scelta dovrebbe cadere preferibilmente sui giorni nei quali le linee telegrafiche sono meno ingombre: sui giorni festivi.

Le linee appositamente costrutte per le osservazioni sulle correnti terrestri dovranno essere disposte preferibilmente nelle due direzioni cardinali; dal nord al sud e dall'est all'ovest. Esse poi dovranno essere sotterranee, acciocchè ai fenomeni tellurici che si vogliono osservare non vengano a sovrapporsi quelli dovuti all'elettricità atmosferica.

Nei paesi che posseggono estese reti telegrafiche sotterranee, come sono la Germania e la Francia, si dovranno scegliere in queste reti le lunghe linee per le osservazioni saltuarie, dome-

nicali, che abbiamo detto doversi combinare colle continue degli osservatorii. Le linee sotterranee prescelte saranno, se possibile, dirette dal nord al sud o dall'est all'ovest.

I fenomeni di polarizzazione sulle lastre a terra potrebbero alterare i risultati delle osservazioni. Per ovviare a questo inconveniente il modo migliore è quello che fu suggerito alla Commissione dal Kohlrausch. Ciò che si ha da misurare, osservò il Kohlrausch, non è già una corrente elettrica, ma semplicemente una differenza di potenziali, la differenza del potenziale elettrico tra due punti scelti nella parte superficiale della crosta terrestre; quindi si possono fare le misure senza bisogno di produrre lungo la linea telegrafica correnti elettriche, oppure producendo correnti debolissime, per cui i fenomeni di polarizzazione riescano insensibili. Il meglio è fare uso di un reometro sensibile, e porre nel circuito una resistenza grandissima.

Esprimendo il voto che alcune linee, ancorchè brevi, indipendenti dalla rete telegrafica generale, sieno in ciascun paese consacrate in modo esclusivo allo studio delle correnti terrestri; e che le grandi linee, specialmente se sotterranee, e se dirette dal nord al sud o dall'est all'ovest, vengano il più spesso possibile utilizzate per ricerche della medesima natura; e precisando inoltre nel modo che ho detto le condizioni necessarie per ottenere utili risultati, la Commissione ha preparato il programma di una serie di osservazioni importanti, e che nel corso degli anni porterà frutti considerevoli. Per l'anno corrente però questo piano non avrebbe potuto essere realizzato nemmeno parzialmente. Quindi la conferenza dovette aggiungere alle conclusioni precedenti il seguente voto:

Per l'anno corrente la conferenza raccomanda che vengano fatte osservazioni regolari nei giorni "termini", determinati per le spedizioni polari internazionali, che sono il 1° ed il 15 di ogni mese.

QUESTIONE IV. — *Studiare le migliori condizioni di impianto di una rete tele-meteorografica internazionale che permetta alle varie stazioni di comunicare tra loro senza interruzione, onde ottenere così in modo continuo lo stato meteorologico del più grande numero possibile di punti utili.*

Nel 1881 il signor Van Rysselberghe, meteorologo all'osservatorio di Bruxelles, presentò al Congresso internazionale degli elettricisti in Parigi una proposta diretta ad accelerare grande-

mente, rendendola indipendente dal servizio telegrafico ordinario, la trasmissione telegrafica delle osservazioni meteorologiche fra i diversi osservatorii europei. La proposta consisteva nel collegare tra di loro gli osservatorii principali per mezzo di una rete telegrafica internazionale unicamente destinata al servizio meteorologico. Su questa rete le varie osservazioni meteorologiche sarebbero state trasmesse istantaneamente, ed automaticamente, per mezzo di un suo *telemeteorografo* registratore. Tale apparecchio era fin d'allora installato tra Bruxelles e Parigi, e funzionava regolarmente. L'adozione del progetto per la parte nord-ovest dell'Europa, singolarmente importante dal punto di vista meteorologico, avrebbe richiesto l'impianto di 12,000 chilometri di fili telegrafici, i quali avrebbero, secondo l'autore, importato una spesa non maggiore di 1,200,000 lire. Paragonando questa spesa, che non avrebbe dovuto essere rinnovata se non dopo il periodo di 20 anni, con quella attualmente richiesta per l'invio dei telegrammi meteorologici, che per la regione, su cui si proponeva di estendere il nuovo sistema, raggiunge la somma di lire 900 al giorno, il Rysselberghe credeva di poter asserire che l'adozione del suo progetto, lungi dall'essere onerosa, avrebbe permesso una notevole economia.

Il Congresso rinviò l'esame di questa proposta alla Commissione attuale.

La Commissione però, dopo un rapido esame della questione e ebbe a riconoscere che all'attuazione del grandioso progetto si, opporrebbero attualmente difficoltà gravissime. Quindi votò la risoluzione seguente:

Non si crede ancora venuto il momento di dar seguito al progetto di una rete tele-meteorografica internazionale. Ma frattanto la conferenza si dichiara estremamente favorevole a tutte le disposizioni, a tutte le misure, atte a facilitare lo sviluppo dei telegrammi meteorologici ed a migliorare il servizio della previsione del tempo.