

# L'INGEGNERIA CIVILE

B

## LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

Si discorre in fine del Fascicolo delle opere e degli opuscoli spediti franchi alla Direzione dai loro Autori od Editori

### GEOMETRIA PRATICA

#### DELLA PRECISIONE DELLE POLIGONALI SPECIALMENTE NELLA TOPOGRAFIA SOTTERRANEA.

##### II. — RILIEVO COLLA BUSSOLA.

19. — Passiamo ora a studiare il caso in cui il rilievo della poligonale vien fatto non già misurando gli angoli  $A$ , compresi fra i lati di essa, ma determinando direttamente gli azimuti  $\Theta$  di questi lati, rispetto ad una direzione invariabile o considerata come tale. — La differenza fra questi due metodi è di capitale importanza sulla precisione, giacchè mentre nel primo ogni errore angolare influisce su tutto il resto della poligonale e quindi si produce una rapida e dannosissima moltiplicazione degli spostamenti dei vertici, nel secondo invece l'errore commesso nell'azimut di un lato dà luogo ad uno spostamento che resta per così dire immobilizzato in questo lato.

Questa differenza è notata da tutti gli Autori, ma senza darle tutta l'importanza che essa merita, e si vedono enunciate delle conclusioni tutt'altro che esatte intorno alla poca fiducia che dovrebbe accordarsi ai rilievi eseguiti colla bussola, in confronto a quelli fatti col teodolite. — Non v'ha dubbio che le incertezze derivanti dalle continue variazioni a cui, anche in uno stesso luogo, è soggetta la direzione del meridiano magnetico, attenuano di molto il vantaggio più sopra accennato; ma giova studiare più a fondo l'argomento, con criteri razionali, per farsi un esatto concetto della precisione sperabile in questa sorta di rilievi.

Chiamiamo al solito  $L$  e  $\Theta$  le lunghezze e gli azimut dei lati cogli errori medi  $\lambda$  e  $\theta$ . Le coordinate parziali di un lato qualunque saranno:

$$x = L \cos \Theta, \quad y = L \sin \Theta;$$

differenziando si ottiene:

$$dx = \cos \Theta dL - L \sin \Theta d\Theta$$

$$dy = \sin \Theta dL + L \cos \Theta d\Theta,$$

e passando dai differenziali agli errori medi quadrati:

$$m_x^2 = \lambda^2 \cos^2 \Theta + y^2 \theta^2 \operatorname{sen}^2 1''$$

$$m_y^2 = \lambda^2 \operatorname{sen}^2 \Theta + x^2 \theta^2 \operatorname{sen}^2 1''.$$

Siccome in questo caso gli errori nei vari lati sono dovuti a cause che possono considerarsi come indipendenti, avremo per errori medi finali sull' $n^{\text{esimo}}$  vertice della poligonale:

$$(11) \quad \begin{cases} M_x = \sqrt{\sum_{i=1}^{i=n} \lambda_i^2 \cos^2 \Theta_i + \operatorname{sen}^2 1'' \sum_{i=1}^{i=n} y_i^2 \theta_i^2} \\ M_y = \sqrt{\sum_{i=1}^{i=n} \lambda_i^2 \operatorname{sen}^2 \Theta_i + \operatorname{sen}^2 1'' \sum_{i=1}^{i=n} x_i^2 \theta_i^2} \end{cases}$$

20. — Riservandoci di studiare più innanzi tutte le circostanze che influiscono sul valore degli errori medi azimutali  $\theta$ , cominciamo col confrontare queste formole colle (6) ottenute per il rilievo col teodolite. Riprendiamo il caso già trattato nel N. 10, di una poligonale molto distesa, cioè ad angoli poco diversi da  $180^\circ$ , ed a lati pressochè uguali. Assumendo l'asse delle  $x$  nella direzione media della poligonale,

l'influenza degli errori angolari si farà sentire in tutta la sua integrità sul valore di  $M_y$ , la qual cosa semplifica di molto la discussione. E d'altronde questo caso semplicissimo è tutt'altro che raro nella topografia sotterranea. Nelle ipotesi fatte, riflettendo che i  $\Theta$  saranno tutti poco diversi da zero, avremo molto prossimamente delle formole (11):

$$(12) \quad M_y = \pm \operatorname{sen} 1'' \theta'' L \sqrt{n}.$$

Rilevando la stessa poligonale col teodolite ad errore medio di  $\alpha''$ , l'errore medio finale in  $y$  sarà invece:

$$(13) \quad M_y = \pm 0,408 \operatorname{sen} 1'' \alpha'' L \sqrt{2n^3 + 3n^2 + n}.$$

Il confronto di queste formole ci dice tosto, che mentre nel caso della bussola l'errore di spostamento laterale va crescendo colla radice quadrata del numero dei lati, nel caso del teodolite esso cresce in una ragione molto più rapida, che dipende all'incirca dalla radice della terza potenza di quel numero. — Nel 1° caso la progressione dell'errore è data dai numeri:

$$1 - 1,41 - 1,73 - 2 - 2,24 - 2,45 - 2,65 - \dots$$

e nel secondo da;

$$1 - 2,23 - 3,74 - 5,47 - 7,42 - 9,54 - 11,83 - \dots$$

Come si vede, il rapporto fra questi numeri e quelli della serie precedente va rapidamente crescendo, e quindi con ugual rapidità verrà a scomparire il vantaggio del rilievo al teodolite, di avere cioè negli angoli un errore medio  $\alpha$  assai minore di quello  $\theta$  che si può avere nella bussola.

Per fare un esempio numerico, supponiamo che si tratti di una poligonale di 20 lati, della lunghezza media di 20 m. ognuno, ed attribuiamo alla bussola l'errore medio di  $10''$ ; lo spostamento laterale dell'ultimo vertice sarà contenuto, colla probabilità di  $7/10$ , entro il limite

$$M_y = \frac{600''}{206265''} 20 \sqrt{20} = \text{m. } 0,26.$$

Rilevando la stessa poligonale col teodolite ad errore medio di  $30''$ , si avrà:

$$M_y = 0,408 \frac{30''}{206265''} 20 \sqrt{20 + 3 \times 20^2 + 2 \times 20^3} = \text{m. } 0,15.$$

Vi ha dunque ancora un vantaggio notevole a favore del teodolite. Ma supponiamo ora che il numero dei lati sia di 40, ipotesi che non sembrerà esagerata a chi è pratico di lavori minerari. Si avrebbe allora nel 1° caso:

$$M_y = \frac{600''}{206205''} 20 \sqrt{40} = \text{m. } 0,37.$$

e nel secondo:

$$M_y = 0,408 \frac{30''}{206265''} 20 \sqrt{40 + 3 \times 40^2 + 2 \times 40^3} = \text{m. } 0,43.$$

Il rilievo al teodolite sarebbe dunque meno preciso di quello alla bussola, ed i pesi corrispondenti starebbero come

$$\left(\frac{1}{0,37}\right)^2 : \left(\frac{1}{0,43}\right)^2,$$

ossia circa come  $10 : 7$ .

Ecco dunque un caso, che può benissimo presentarsi nella pratica, in cui sparisce il difetto di delicatezza della bussola ordinaria; ed il rilievo fatto con questo strumento, giudicato generalmente di grossolana approssimazione, risulta quasi una volta e mezza più preciso di quello che si farebbe con un teodolite a 30".

La differenza sarà ancora più sensibile se considereremo una poligonale esterna nella quale invece di adoperare la bussola ordinaria si adoperi un orientatore solare (*solar attachment*), che possa dare l'errore medio di 2'.

Supponiamo che i lati siano 10 della lunghezza di 200 m. ognuno. Avremo nel 1° caso:

$$M_y = \frac{120''}{206265''} 200 \sqrt{10} = \text{m. } 0,36,$$

e nel secondo:

$$M_y = 0,408 \frac{30''}{206265''} 200 \sqrt{10+3 \times 10^2+2 \times 10^3} = \text{m. } 0,57,$$

ossia il risultato del primo rilievo avrà un peso maggiore di quello del secondo nel rapporto di  $\left(\frac{1}{0,36}\right)^2$  ad  $\left(\frac{1}{0,57}\right)^2$ , cioè di 10 a 3,9; in altri termini, il primo rilievo sarà circa due volte e mezzo più preciso del secondo, e trattasi di una poligonale composta di soli 10 lati.

Chiamando in generale con  $p_1, p_2$  i pesi corrispondenti ai due metodi, si avrà per il primo (bussola):

$$p_1 = \frac{1}{n \theta^2},$$

e per il secondo (teodolite):

$$p_2 = \frac{1}{0,408^2 (2n^3 + 3n^2 + n)};$$

quindi:

$$(14) \frac{p_2}{p_1} = \frac{\theta^2}{\alpha^2} \frac{n}{0,166(2n^3 + 3n^2 + n)} = 6,02 \frac{\theta^2}{\alpha^2} \frac{1}{1 + 3n + 2n^2},$$

ed il numero d'ordine del vertice, oltre il quale cessa la convenienza del rilievo col teodolite, sarà dato dall'equazione:

$$(15) \quad 6,02 \theta^2 = \alpha^2 (1 + 3n + 2n^2).$$

Poniamo per esempio che voglia confrontarsi il rilievo sotterraneo fatto alla bussola sospesa in cattive condizioni per le quali debba ammettersi l'errore medio  $\theta = 15' = 1,4$  di grado, con quello che si farebbe con un goniometro graduato ad 1', ed al quale possiamo attribuire l'errore medio  $\alpha = 40''$ , conformemente alle considerazioni svolte nel N. 17.

L'equazione precedente ci darà:

$$6,02 \times 15^2 = \left(\frac{2}{3}\right)^2 (1 + 3n + 2n^2)$$

da cui  $n = 39$ ; cioè fino al 39° vertice sarà da considerare come più preciso il rilievo fatto con un buon goniometro dell'approssimazione nominale di 1 primo, che non quello che si farebbe con una bussola sospesa che, per causa di influenze locali o d'altre circostanze, non potesse dare un errore medio minore di 1,4 di grado. Ma oltrepassato il 39° vertice il rilievo della bussola, malgrado queste cattive condizioni, sarebbe più preciso di quello fatto col teodolite.

21. — Lo svantaggio del rilievo al teodolite aumenta sensibilmente, nel caso dei lati molto brevi, allorchando non si disponga di mezzi molto precisi per evitare spostamenti di centro. Gli errori di stazione che possono nascere da questi, fanno sì che il valore di  $\alpha$  riesca più grande di quello che corrisponderebbe all'approssimazione nominale dello strumento; così per esempio supponendo i lati mediamente uguali a 10 m. ed uno spostamento medio  $e_m = 1$  mm, si avrebbe perciò un errore medio di stazione  $\alpha_s = 35''$  e quindi

$$\alpha = \sqrt{\alpha_m^2 + \alpha_s^2} = \sqrt{40^2 + 35^2} = 53'';$$

ripetendo allora il confronto colla bussola sospesa ad errore medio di 1,4 di grado, si troverebbe che il vantaggio nel rilievo fatto con questa comincierebbe già al 29° vertice, cioè dopo uno sviluppo di poligonale di soli 290 metri.

Al pregio della bussola di non produrre accumulazione di errori angolari, e quindi di avere una progressione più lenta nell'errore di posizione dei vertici, si aggiunge dunque quest'altro vantaggio, assai importante nel caso di lati molto brevi, di non risentire alcuna seria influenza dagli errori di centrimento che si commettono nei vertici della poligonale; questi errori, nel rilievo col teodolite, influiscono direttamente ad alterare gli angoli della poligonale, producendo spostamenti che si moltiplicano su tutta l'estensione del rilievo; invece coll'uso della bussola l'errore di centrimento di una stazione non si moltiplica neanche sulla lunghezza del lato che si sta rilevando, e si mantiene come semplice spostamento parallelo su tutto il seguito del rilievo.

22. — Occorre però tener conto di un vantaggio che può presentare il teodolite quando la galleria da rilevare consenta dei lati molto lunghi, che non sarebbero pratici per la bussola sospesa. Sia  $n$  il numero dei vertici strettamente necessari per il rilievo col teodolite,  $N$  quello che si richiede per rilevare la stessa galleria colla bussola sospesa. Se  $S$  è lo sviluppo della galleria, la lunghezza media dei lati sarà prossimamente  $L = \frac{S}{n}$  nel primo caso, ed  $l = \frac{S}{N}$  nel secondo; si avrà allora per la bussola:

$$M_y = \text{sen } 1'' \theta \frac{S}{\sqrt{N}}$$

e per il teodolite:

$$M_y = 0,408 \text{ sen } 1'' \alpha \frac{S \sqrt{1 + 3n^2 + 2n^3}}{n};$$

quindi la formula (14) si cambia nella seguente:

$$\frac{p_2}{p_1} = 6,02 \frac{\theta^2}{\alpha^2} \frac{n}{N} \frac{1}{1 + 3n + 2n^2}.$$

Riprendiamo l'esempio del N. 20, ma supponendo che colla bussola occorra un numero di vertici doppio che col teodolite; ponendo nell'equazione precedente:

$$\frac{p_2}{p_1} = 1, \quad \theta = 15', \quad \alpha = 40'', \quad \frac{n}{N} = \frac{1}{2},$$

se ne ricava  $n = 25$ , ossia  $N = 50$ . Cioè il rilievo col teodolite rimarrà preferibile a quello della bussola fino al 50° vertice di questo. Se i tratti di bussola sono in media di 15 m., mentre quelli del teodolite sono di 30 m., quest'ultimo rilievo sarà più esatto del primo fino a circa 750 m.; mentre se nell'uno e nell'altro caso i lati fossero stati di 15 m., la convenienza del teodolite avrebbe cessato ai 600 m.

E se invece in entrambi in casi i lati fossero stati di 30 metri, la convenienza del teodolite avrebbe durato fino ai 1200 m.

Da questi confronti risulta:

1° che l'uso del teodolite sarà preferibile per un rilievo tanto più lungo, quanto maggiore è la lunghezza che può darsi ai lati della poligonale, ossia quanto minore è il numero delle stazioni che si dovranno fare per un dato sviluppo  $S$ ;

2° che l'uso della bussola sarà tanto più preferibile a quello del teodolite, anche in rilievi relativamente brevi, quanto più piccola sarà la lunghezza che può darsi ai lati della poligonale.

La ragione di queste conclusioni si capisce facilmente osservando che il valore di  $M_y$  per il teodolite è proporzionale, a parità di  $S$ , alla funzione  $\sqrt{1 + 3n + 2n^2}$ , ed è quindi crescente al crescere di  $n$ ; mentre al contrario il valore di  $M_y$  per la bussola, sempre a parità di  $S$ , riesce inversamente proporzionale a  $\sqrt{N}$ .

Deriva pure da quest'ultima legge che, fra diversi rilievi colla bussola, di uguale sviluppo, sarà più esatto quello che ha un numero maggiore di lati; quindi la convenienza di

fare i tratti di bussola piuttosto brevi. In questo modo aumenta bensì il lavoro del rilievo, ma in compenso si raggiunge maggior precisione nell'ultimo vertice.

Quest'ultima conclusione ha tutta l'apparenza di un paradosso, sembrando a prima giunta che, col moltiplicare in un dato rilievo il numero dei tratti, vengano ad aumentarsi le cause di accumulazione di errori. Ma è facile persuadersi del contrario riflettendo, che trattandosi qui di errori indipendenti, lo spezzamento dei lati può dar luogo a maggiori eventualità di compensazione. Sia  $L$  un lato  $AB$  di poligonale il cui azimut in  $A$  venga letto coll'errore medio  $\theta$ ; lo spostamento trasversale medio che ne nascerà in  $B$  sarà misurato da  $\theta'' \operatorname{sen} 1'' L$ . Supponiamo ora che lo stesso lato venga

diviso in due tratti uguali  $\frac{L}{2}$  mediante un vertice intermedio  $C$ ; l'errore medio  $\theta$  del primo tratto  $AC$  produrrà in  $C$  lo spostamento  $\theta'' \operatorname{sen} 1'' \frac{L}{2}$ , e lo stesso errore  $\theta$  nell'azimut del secondo tratto  $CB$  produrrà in  $B$  un uguale spostamento medio  $\theta'' \operatorname{sen} 1'' \frac{L}{2}$ ; se questi due spostamenti parziali fossero dovuti a cause sistematiche, essi verrebbero semplicemente a sommarsi, dando luogo in  $B$  ad uno spostamento totale  $\theta'' \operatorname{sen} 1'' L$  identico a quello che si avrebbe andando direttamente con un sol tratto da  $A$  a  $B$ . Siccome invece le cause di errore sono, almeno in gran parte, accidentali, ne segue che potranno aver luogo delle compensazioni fra i due spostamenti parziali, per effetto delle quali non è giusto che essi vengano sommati, ma dovranno riunirsi secondo la regola degli errori medi quadrati, che come è noto tiene conto appunto di queste possibili eventualità di compensazioni. Per conseguenza col dividere in due tratti il lato  $AB$ , lo spostamento medio di  $B$  si troverà ridotto da  $\theta'' \operatorname{sen} 1'' L$  al valore minore

$$\sqrt{\theta^2 \operatorname{sen}^2 1'' \frac{L^2}{4} + \theta^2 \operatorname{sen}^2 1'' \frac{L^2}{4}} = \theta'' \operatorname{sen} 1'' \frac{L}{\sqrt{2}}.$$

Conviene dunque che, conciliabilmente coll'esigenza di non allungare eccessivamente il lavoro, si facciano piuttosto brevi i tratti di cordino che costituiscono i lati di un rilievo alla bussola. Anche quando l'andamento della galleria consenta dei tratti molto lunghi, è preferibile limitarli ai 10 m. o poco più; nè bisogna impensierirsi della necessità che talvolta si presenta di tratti brevissimi, anche di soli 2 o 3 metri, mentre sappiamo quanto dannosi sarebbero i lati così brevi in un rilievo col teodolite.

Nell'uso comune della bussola sospesa i tratti vengono condotti alternativamente da una parete all'altra della galleria o dello scavo da rilevare, allo scopo di raccogliere direttamente la maggior parte delle accidentalità che presenta lo scavo. E questo metodo sarà preferibile all'altro di fare dei lunghi tratti, rilevando poi i particolari mediante ordinate prese in diversi punti da una parte e dall'altra del cordino.

La ragione che suole addursi per evitare i tratti molto lunghi è questa, che colle lunghe catenarie del cordino possono commettersi errori più sensibili, sia nella misura dei lati, sia, e più, ancora, in quella dell'inclinazione coll'eclimetro sospeso. Adoperando però un cordino adatto, e tendendolo bene, e usando l'eclimetro colle cautele consigliate dalla pratica, riteniamo che potrebbe spingersi la lunghezza dei tratti oltre i 25 o 30 metri senza serio pericolo. Nè bisogna dimenticare che il più delle volte la misura delle inclinazioni ha una importanza affatto secondaria; in un rilievo nel quale interessi la determinazione esatta delle differenze di livello si ricorrerà alla livellazione diretta, usando la lettura dell'eclimetro soltanto per la riduzione all'orizzonte; ed in questa, l'influenza degli errori di inclinazione rimane dello stesso ordine di quella della misura dei tratti. La convenienza dei tratti brevi non può dunque basarsi sulle ragioni ora dette, ma sibbene sul vantaggio di una maggior precisione per quanto dipende dalle letture azimutali. Qualche Autore, pur consigliando i tratti brevi quando si usi la bussola sospesa, consiglia i tratti lunghi (come se si trattasse

del teodolite), quando si adoperi un altro tipo di bussola su trepiede, con cannocchiale munito di eclimetro; le ragioni da noi addotte a favore dei lati piuttosto piccoli valgono invece qualunque sia il tipo della bussola adoperata.

23. — Un'altra obiezione che può farsi al confronto da noi fatto è la seguente. Le formule (11) (12) suppongono il carattere di accidentalità in tutte le cause di errore che influiscono sulle letture della bussola, la qual cosa a rigore non è. Fra codeste cause ve n'è alcune che hanno piuttosto un carattere sistematico: così, per esempio, se si tratta di un rilievo di breve durata, e che venga eseguito precisamente nell'ora di massimo della variazione diurna della inclinazione, nascerà da ciò una parte costante nell'errore degli azimut. Per metterci in condizioni estreme, ammettiamo che tutto l'errore  $\theta$  della bussola diventi sistematico, ossia si produca sempre colla stessa grandezza e nello stesso senso su tutti gli angoli: l'errore risultante sulla  $y$  finale sarà allora  $M_y = \operatorname{sen} 1'' \theta L n$ , e confrontando questa formola con quella del teodolite ad errore medio  $\alpha$ , si ottiene che gli errori finali saranno uguali quando:

$$\theta n = 0,408 \alpha \sqrt{2n^3 + 3n^2 + n}.$$

Siccome il 2° membro di questa equazione contiene la potenza  $3\frac{1}{2}$  del  $n$ . dei vertici, mentre il 1° contiene solo la 1° potenza, si capisce come anche in questo caso al crescere di  $n$  viene un punto in cui scompare il vantaggio del teodolite; ma questo valore di  $n$ , al di là del quale comincerebbe ad essere preferibile la bussola, risulta tanto grande che in pratica il vantaggio resterebbe sempre al teodolite, anche se questo fosse solo dell'approssimazione di 1 o 2' soltanto.

Bisogna però riflettere che l'ipotesi estrema dell'errore sistematico  $\theta$  nella bussola non può verosimilmente ammettersi che in un rilievo di brevissima durata e quindi di poca estensione, non certo in un rilievo importante nel quale valga la pena di discutere sulla precisione. Ammettere che un geometra, avendo da eseguire un rilievo importante, prenda per sistema di lavorarvi un'ora al giorno, e sempre alla stessa ora, in guisa da realizzarsi quella ipotesi dell'errore sistematico, equivale a supporre che esso sia digiuno affatto delle più elementari nozioni dell'arte sua. Anche se egli non vorrà dedicare al lavoro le ore della notte, in cui meno sensibili sono le variazioni di declinazione, avrà però sempre cura di far in modo che entro il periodo del suo lavoro giornaliero abbiano campo a prodursi quelle parziali compensazioni, che saranno tanto più efficaci quanto più quel periodo si avvicinerà al ciclo giornaliero delle variazioni di declinazione. Potrà allora rimanere nelle osservazioni un errore sistematico residuo, ma che in media non potrà essere di entità maggiore dei 3 o 4'. Applicando la formola sopra data si riconosce che per l'influenza di un errore sistematico di questo genere il rilievo colla bussola giungerebbe al 50° vertice con una approssimazione comparabile a quella che si otterrebbe con un teodolite a circa 1'.

Del resto non è detto che le influenze della variazione diurna siano assolutamente inseparabili dalle letture della bussola. Basta avere una certa conoscenza dell'andamento locale di queste variazioni per depurarne le osservazioni. Se per esempio il geometra ogni giorno, prima di cominciare il suo lavoro e dopo sospeso, avrà cura di fare una osservazione di declinazione sopra una direzione invariabile, potrà riferire a questa, piuttosto che al Nord magnetico, le sue osservazioni, liberandole così, entro il limite di sensibilità della bussola adoperata, dall'influenza sistematica delle variazioni di declinazione. Con ben piccolo aumento di lavoro si avrà così un guadagno di esattezza assai sensibile.

24. — D'altra parte non bisogna dimenticare che anche nel teodolite non tutte le cause di errore hanno carattere esclusivamente accidentale; e tanto più quando, come spesso avviene, gli angoli da misurare fanno capitare la lettura entro una stessa zona della graduazione, e non si ha cura o non si ha tempo di eseguire la misura con tutte le cautele di ripetizioni o reiterazioni, inversioni, ecc., che permettono di compensare codeste cause speciali. L'eccentricità dell'alidada e

l'erroneità della graduazione, per esempio, possono in tal modo perdere ogni carattere anche approssimativo di cause accidentali e diventare assolutamente sistematiche. Sono ben rari quegli operatori che si prendono la briga di studiar bene i difetti che possono esistere nello strumento che devono adoperare, per sapersi regolare opportunamente nel suo uso. In queste condizioni può dirsi che in generale non è da escludere il caso che, per le cause accennate, uno strumento di costruzione non troppo perfetta, possa dare certi angoli con un errore sistematico dello stesso ordine della sua approssimazione nominale, ed anche maggiore.

Ora, giova riflettere che l'influenza di un errore sistematico nel rilievo al teodolite è ben più dannosa che in quello alla bussola. Dalle formule (3) che abbiamo trovato nel n. 2 per questo caso, otteniamo per una poligonale distesa di lati mediamente uguali ad  $L$ ,

$$E_y = \varepsilon \operatorname{sen} 1'' L (1 + 2 + \dots + n) = \varepsilon \operatorname{sen} 1'' L \frac{n(n+1)}{2}.$$

Il confronto della bussola col teodolite dal punto di vista degli errori sistematici è dunque dato dall'equazione:

$$\theta n = \varepsilon \frac{n(n+1)}{2},$$

ossia :

$$\theta = \varepsilon \frac{n+1}{2},$$

la quale dimostra che un errore costante di 30" nel teodolite equivale per influenza ad un errore pure costante di 10' nella bussola, appena il numero dei lati arrivi ad  $n = 39$ .

Da questo punto di vista rimane però al teodolite il vantaggio di potere, con una certa sicurezza, eliminare gli errori sistematici coi noti ripieghi della molteplicità delle letture, ripetizioni, inversioni, ecc.; questi ripieghi portano, è vero, un aumento di lavoro e di tempo, ma raggiungono il risultato di diminuire anche l'errore medio dovuto alle cause accidentali. In tal modo, con uno strumento graduato ad 1' per esempio, non solo si riuscirà ad eliminare l'errore sistematico dello strumento, ma potrà abbassarsi il suo errore medio da 40" a 20" col solo fare le letture sui due vernieri opposti e con una inversione del cannocchiale. Meglio ancora se si faranno delle ripetizioni o reiterazioni con ognuna delle due posizioni inverse. Non bisogna però farsi delle illusioni sulla precisione sperabile da un teodolite poco delicato, collo spingere di molto il numero delle ripetizioni. Dipendentemente dal grado di finezza di tutte le sue parti, vi ha per ogni strumento un limite pratico di questo numero, oltre il quale il guadagno di precisione può essere più apparente che reale. Oltre a ciò sappiamo già come, nei casi ordinari della topografia sotterranea, l'errore medio di misura sia accompagnato da un errore medio di stazione che può essere assai più ragguardevole.

25. — Le considerazioni ed i confronti fatti nei numeri precedenti non tendono certamente a togliere l'importanza che deve avere il teodolite nei rilievi minerari di qualche importanza, ma soltanto a correggere le idee generalmente invase sull'importanza da attribuire ai rilievi colla bussola sospesa. Si suol ritenere che fra il rilievo con questa o quello fatto con un teodolite, anche solo a 1', vi sia una enorme differenza di esattezza, per cui si vorrebbe adoperare la bussola limitatamente al rilievo dei particolari, appoggiandoli a dei punti fondamentali determinati, a distanza opportuna (100 o 200 m.) mediante un rilievo al teodolite. È questo senza dubbio il metodo più razionale di rilievo, ma interessa di non farsi delle dannose illusioni sulla precisione di quei punti fondamentali; se la poligonale con cui questi furono determinati fu rilevata con mezzi insufficienti allo scopo, la precisione dei punti stessi potrà essere ancora minore di quella che si sarebbe conseguita col semplice rilievo alla bussola, adoperandola con opportune cautele.

Abbiamo conosciuto qualche ingegnere, il quale, penetrato per così dire da un sacro orrore per la bussola sospesa, sdegnava di adoperarla, disposto a preferirle in ogni caso e per

sistema un goniometro qualunque, perfino un semplice squadra graduato a cannocchiale; e il più notevole si è che tale preferenza sembrava dovesse essere tanto più grande quanto maggiore era l'estensione del rilievo.

Chi abbia invece un po' di esperienza mineraria, ha avuto frequenti occasioni di notare la bontà dei risultati ottenuti colla bussola, anche da operatori di mediocre cultura, in rilievi di una certa estensione. E questi fatti, mentre confermano praticamente le nostre deduzioni, vengono da queste chiaramente spiegati con criteri razionali.

Nè bisogna dimenticare, fra i vantaggi del rilievo colla bussola sospesa, che con questa il lavoro procede spedito e semplicissimo; si passa in luoghi malagevoli e ristretti, dovunque sia possibile distendere il cordino; si fanno delle misure stando su ponti malfermi e talvolta sopra scale di corda, insomma in condizioni tali, che renderebbero impossibile l'uso di qualunque altro strumento.

Senza dubbio non bisogna esigere dalla bussola sospesa più di quello che essa ragionevolmente può dare; e perciò abbiamo cercato di mettere in chiara luce e con valutazioni numeriche quali siano i pregi e quali i difetti di questo strumento per sapersi regolare, caso per caso, sulla fiducia da accordare ai risultati. In generale sarebbe una superfetazione il voler passare da un rilievo colla bussola comune al calcolo delle coordinate dei punti principali; questo rilievo servirà invece molto bene alla costruzione grafica dei piani col rilievo dettagliato dei particolari sia delle gallerie che delle coltivazioni, riservando al teodolite l'ufficio della determinazione delle coordinate dei punti fondamentali. Abbiamo però mostrato quali cautele debbano usarsi per ottenere in questi la voluta precisione, mettendo in guardia contro le illusioni che possono nascere da una imperfetta nozione della rapida moltiplicazione di errori nel rilievo delle poligonali col teodolite. La determinazione dei punti fissi dovrà essere fatta con strumenti di una certa finezza e con cure speciali, tanto più nel caso pericolosissimo di lati assai brevi. E sarà sempre bene che queste poligonali principali vengano compensate, sia chiudendole su se stesse, sia approfittando delle comunicazioni, che si vanno facendo fra le gallerie di una stessa miniera, per collegare insieme diverse poligonali, specialmente quelle dei vari livelli. La compensazione che in tal modo si effettua, non solo perfeziona i risultati ottenuti da apparecchi anche mediocri, ma interrompe la moltiplicazione degli errori, che potrebbe diventare eccessiva, in progresso di tempo, sulla totale estensione delle gallerie che si vanno prolungando. Codesti collegamenti delle poligonali dei vari livelli di una miniera saranno tanto più necessari quando le medesime partono tutte da un unico pozzo verticale per mezzo del quale, mediante piombi od altro metodo, fu trasmesso l'azimut dall'esterno all'interno. Abbiamo già accennato quanta difficoltà vi sia in pratica ad ottenere con una certa esattezza questa trasmissione, stante la brevità della base d'appoggio che si può stabilire entro il pozzo. Approfittando delle comunicazioni interne da livello a livello per collegare e controllare tutte le poligonali, verranno ad ottenersi dei buoni elementi di chiusura che permettono di scoprire e correggere gli errori avvenuti nella trasmissione dell'azimut.

26. — Nei confronti fatti fra la bussola ed il teodolite abbiamo assunto come errore medio di quella  $\theta = 10$  o  $15'$ . E se, malgrado la grandezza di questo errore elementare, il rilievo alla bussola è capace di una esattezza maggiore di quella che generalmente si crede, in confronto con quella di un teodolite ad 1', ciò dipende dal pregio inerente al rilievo colla bussola di evitare la moltiplicazione degli errori, per cui la progressione dell'errore rimane assai più lenta di quella propria del rilievo col teodolite. Ora viene spontaneo il domandarsi se non vi sia modo di trarre maggior partito da codesto pregio coll'attenuare in pratica il valore di  $\theta$ . Se per esempio si riuscisse a ridurre questo a 2 o 3', la formula (15) ci dice che il rilievo con una bussola capace di questa precisione diventerebbe preferibile, a partire da  $n = 50$ , a quello di un teodolite il cui errore medio complessivo (di misura e di stazione) fosse solo di 5". E notisi bene che in certi casi (lati piuttosto brevi), per il solo fatto degli errori di stazione,

questo grado di approssimazione nella misura degli angoli non sarebbe praticamente conseguibile.

È dunque molto interessante analizzare tutte le cause che influiscono sul valore di  $\theta$ , sia per farne una valutazione, almeno grossolana, nelle ordinarie condizioni, sia per studiare i mezzi atti a diminuirne l'influenza.

27. — Anzitutto, la direzione del meridiano magnetico, tutt'altro che rimanere invariabile, è soggetta a continue *variazioni* che si distinguono in *regolari* ed *irregolari*; le prime sono di natura e di entità abbastanza conosciute per poterne tener conto.

Per effetto delle variazioni secolari, la declinazione va lentamente oscillando da un lato all'altro del meridiano vero; attualmente essa è occidentale e va diminuendo nei nostri paesi in ragione di circa 6' all'anno. Come si vede, questa variazione è affatto trascurabile entro il tempo in cui può durare un rilievo. È però interessante tenerne conto quando si tratti di utilizzare rilievi fatti a diversi anni di distanza e che non siano stati a suo tempo riferiti al Nord vero o almeno ad una direzione convenzionale invariabile.

Ben più importanti sono le variazioni diurne, corrispondenti al movimento giornaliero del Sole, e che variano in uno stesso luogo, specialmente colle stagioni. Nei nostri paesi i massimi scarti dovuti a questa causa possono arrivare ad un terzo di grado; ma vi ha sempre e dappertutto questo di notevole, che la maggior parte dell'escursione diurna dell'ago si produce nelle ore del giorno, mentre nella notte gli scarti sono assai meno sensibili: circostanza questa di cui potrebbe trarsi vantaggio eseguendo i rilievi colla bussola nelle ore della notte. A parte ciò, ritenendo di 15 o 20' il massimo locale delle variazioni diurne, potrà calcolarsi per questa causa un errore medio di 5 o 6'.

Meno facile è tener conto delle perturbazioni irregolari, che si presentano nel modo il più capriccioso, e sembrano solo legate coi fenomeni delle macchie solari. Queste così dette tempeste magnetiche danno luogo a variazioni che qualche volta oltrepassano 1° e durano anche una intera giornata. Un rilievo eseguito in queste condizioni sarebbe certamente da rifiutarsi, ma non sempre si è in grado di esserne informati. Convorrà assicurarsi per mezzo di un osservatorio che nel tempo in cui fu eseguito il rilievo non si sia presentata nessuna di queste variazioni anormali (1). Nelle grandi miniere vi è talvolta un piccolo osservatorio magnetico, il quale, mentre tiene conto delle variazioni ordinarie per depurarne i rilievi, avverte l'arrivo di queste perturbazioni straordinarie, che altrimenti darebbero luogo ad errori notevoli. Supposto però che non si abbia alcuna risorsa di questo genere, e volendo tuttavia tener conto della probabilità di errore dovuta a questa causa, può osservarsi che le più abituali perturbazioni di questo genere avvengono ad intervalli in media di una ventina di giorni, e con una intensità che per lo più rimane nei 20 o 30'.

Assumendo questo valore come limite ordinario, l'errore medio per il tempo in cui dura la perturbazione si potrà assumere di 10'; e ammessa la durata media di 12 ore, in ogni periodo medio di 20 giorni, la probabilità che si presenti una tempesta magnetica durante l'esecuzione del rilievo sarà di

circa  $\frac{1}{40}$ . Lo scarto medio di 10' avrà dunque la proba-

bilità di  $\frac{39}{40} = 0,975$  di prodursi in un giorno qualunque;

e consultando una tavola di probabilità degli errori, si conclude che l'errore medio giornaliero per questa causa dovrebbe essere di 4 o 5', ossia all'incirca uguale a quello delle perturbazioni diurne. Riunendo queste due cause, avremo dunque per le influenze d'indole generale un errore medio  $\sqrt{6^2 + 5^2} = 8'$  circa.

Passiamo ora ad esaminare le così dette influenze locali, dipendenti dalla presenza di sostanze capaci di esercitare una azione deviatrice sull'ago. Non è certo da considerare il caso

di giacimenti di minerali o di rocce magnetiche, in cui l'uso della bussola è assolutamente proscritto. Saranno solo da studiarsi le piccole influenze locali dovute alla presenza di rotaie od altre masse di ferro che possono dare alterazioni notevoli in qualche parte del rilievo. In generale queste influenze sono accusate dalle differenze che si osservano fra le letture di bussola ai due estremi di uno stesso tratto di cordino. Si suol dire che, colle ordinarie rotaie da miniera a piccola sezione, collocando la bussola a m. 1,50 dal suolo, tali influenze siano di poco momento: ma questa altezza non dà sufficiente garanzia, ed una altezza maggiore non sempre si può aver disponibile, in guisa che rimanga spazio sufficiente per poter leggere nella bussola. Così pure non basta stabilire i vertici ad una certa distanza dagli scambietti e dalle piattforme della ferrovia. Le più strane anomalie si presentano nelle gallerie armate di rotaie; anomalie che furono studiate dal Combes in Francia e dallo Junge in Freyberg. È per esempio dimostrato che coll'andar del tempo, forse per effetto delle vibrazioni al passaggio dei vagoncini, e che producono una lenta cristallizzazione del ferro, le rotaie assumono una polarità magnetica, tanto più presto e tanto più intensamente, quanto più esse si trovano in direzione prossima a quella del meridiano magnetico. D'altra parte l'azione di queste rotaie dotate di polarità, è diversa secondo il loro orientamento (le massime influenze si osservano per angoli variabili da 45° a 67° col Nord) e secondo la posizione della bussola rispetto al centro di ogni rotaia. Non devono dunque meravigliare le discordanze talvolta inesplicabili che si producono fra le letture estreme di uno stesso tratto di cordino. Mutando la posizione dei vertici si riesce spesso ad attenuare di molto codesti scarti; ma molte volte si è costretti a tollerarli entro il limite di 1/2 grado e come rara eccezione anche di 1°. Considerando come limite usuale il primo di questi, e facendo sempre la media dei due valori, l'errore massimo usuale della media sarà 15', a cui corrisponderà un errore medio di 5'.

Rimangono ora da considerare le cause di errore inerenti alla costruzione dello strumento. Non è qui il caso di occuparsi delle piccolissime incertezze derivanti da imperfezione del cerchio graduato, da eccentricità del punto di sospensione dell'ago, e simili. Se la bussola è di buona costruzione e mantenuta in buone condizioni di rettifica, queste influenze sono qui di secondo ordine: e d'altronde esse rimangono attenuate facendo la media delle letture sulle due punte dell'ago, come è buona pratica. Piuttosto assume qui primaria importanza il grado di finezza che può ottenersi nelle letture.

Il diametro del cerchio graduato suol essere di 8 o 10 cm., e la divisione è spinta d'ordinario solo al mezzo grado. Ognuna di queste ultime divisioni avrà dunque l'ampiezza di 1/3 di mm., ed un abile operatore apprezzerà con sicurezza la mezza divisione. In ogni caso, coll'aiuto di una lente a mano può sempre garantirsi l'errore massimo di lettura di 15', quindi l'errore medio di 5'.

Bisogna però considerare anche gli errori derivanti da imperfetta mobilità dell'ago; non si deve certamente supporre che l'ago si *incanti*: una bussola con questo difetto non dovrebbe essere adoperata. Ma le inevitabili resistenze d'attrito della punta di sospensione, e la piccolezza del momento magnetico quando l'ago è in prossimità al meridiano faranno sì che l'ago potrà fermarsi in una posizione alquanto errata. È buona pratica di non leggere appena l'ago siasi fermato; ma di rimetterlo in oscillazione per vedere se torna a fermarsi nello stesso punto. Così operando è evidente che non potrà temersi per questa causa un errore maggiore di quello proprio della lettura. Avremo dunque in complesso per le cause d'errore strumentali un errore medio  $5' \sqrt{2} = 7'$  circa.

Se poi le letture si fanno sempre su entrambe le punte dell'ago ed ai due estremi del cordino, l'errore medio sull'azimut del tratto desunto da queste 4 letture sarà  $\frac{7'}{\sqrt{4}} = 3$  a 4'.

Riassumendo tutte le cause esaminate, possiamo dunque concludere che l'errore medio complessivo può grossolanamente calcolarsi a:

$$\theta = \sqrt{8^2 + 5^2 + 4^2} = \sqrt{105} = 10' \text{ circa.}$$

(1) In alcuni paesi i giornali minerari pubblicano regolarmente le notizie delle tempeste magnetiche.

Potremmo citare Autorii quali adottano un valore minore, anche di soli 5 o 6'; ma questo ci sembra poco pratico, e preferiamo adottare i 40' pur riconoscendo che lavorando in buone condizioni l'errore medio potrà notevolmente diminuire. Ad ogni modo noi abbiamo dimostrato che anche con  $\theta = 15'$ , che può rappresentare il caso in cui si lavori in pessime condizioni, la bussola può prestare prezioso servizio anche dal punto di vista della precisione, quando si tratti di poligonali a lati molto brevi e di grande estensione.

Vediamo ora a quali mezzi potrebbe ricorrersi per migliorare l'approssimazione della bussola, liberandola il più possibile dalle influenze che abbiamo analizzato.

28. — Cominciando dalle variazioni della declinazione, vi ha un mezzo semplicissimo per liberarsene completamente, mezzo che è già in uso in molte grandi miniere. Quello cioè dell'impianto di un piccolo osservatorio magnetico all'esterno, nel quale vengano regolarmente registrate le variazioni, per depurarne le letture da cui risulta il rilievo. Il Borchers ha constatato con accurate osservazioni fatte allo stesso tempo alla superficie ed a diverse profondità (fino a circa 1000 m. nelle miniere di Przibram), che le variazioni di declinazione si corrispondono perfettamente.

Non occorre certamente che l'osservatorio sia provvisto di un apparecchio delicatissimo; quello trasportabile, all'uopo costruito dallo Schmidt, e basato sullo stesso principio del magnete a specchietto usato da Gauss, soddisfa benissimo al bisogno, anche se esso potrà darci la declinazione coll'approssimazione di 1'.

Liberate in tal modo le letture della bussola dalle influenze d'ordine generale (variazioni diurne ed irregolari), il suo errore medio si ridurrà a  $\sqrt{5^2 + 4^2} = \sqrt{41}$ , ossia a meno di 7'; ed allora il peso del rilievo alla bussola si troverà aumentato, secondo la formula (14) nel rapporto di:

$$\left(\frac{1}{10}\right)^2 \text{ ad } \left(\frac{1}{7}\right)^2,$$

ossia all'incirca raddoppiato.

Ma anche senza l'impianto di un declinatore all'esterno, che può solo essere giustificato nelle grandi miniere o nel caso di rilievi molto importanti, qualche cosa può anche ottenersi con mezzi alla portata di tutti. Supponiamo che alla superficie sia segnata stabilmente una direzione invariabile, che potrà essere quella del meridiano vero, od anche una direzione convenzionale qualunque, alla quale si intendano sempre riferiti gli azimut. Applicando a questa direzione lo stesso apparecchio che si usa nei rilievi, od un apparecchio simile, si potranno avere le correzioni di declinazione con una precisione comparabile a quella propria delle letture. Se tali osservazioni di declinazione saranno fatte da un altro operatore durante il tempo in cui si va eseguendo il rilievo, agli errori dovuti alle variazioni diurne ed irregolari si sostituirà solo quello proprio della bussola esterna; e quindi il valore  $\theta$  si troverebbe ridotto a

$$\sqrt{4^2 + 5^2 + 4^2} = \sqrt{57} = 7' \frac{1}{2}.$$

Le variazioni irregolari sono come abbiamo detto assai rare; quelle diurne cambiano bensì da stagione a stagione, ma con differenze minime da giorno a giorno. Non sarà dunque molto l'errore residuo se le osservazioni di declinazione invece di essere fatte da un altro operatore, durante il tempo in cui si eseguisce il rilievo, saranno eseguite dallo stesso operatore e collo stesso strumento prima e dopo di ogni ripresa del suo lavoro di rilievo. È questa una soluzione semplicissima che meriterebbe di entrare nell'uso comune.

Notiamo ancora che d'ordinario lo scopo del rilievo alla bussola suol essere la formazione di un piano dei lavori; il disegno della poligonale si eseguisce mediante il rapportatore munito della stessa bussola che ha servito al rilievo, la qual cosa presenta diversi vantaggi. E soprattutto questo, che avendo cura di eseguire questo lavoro prossimamente alle stesse ore in cui fu effettuato il rilievo, rimangono eliminati gli errori dovuti alle variazioni diurne, a meno delle piccolissime differenze che possono avvenire nelle medesime da un giorno al successivo.

29. — Quanto alle influenze locali, che per lo più dipendono dalla presenza di rotaie, sono proposti ed usati alcuni ripieghi che a parer nostro non sarebbero da usare che in via puramente eccezionale. Essi consistono nel fare in modo che la bussola sospesa venga sempre a trovarsi col suo centro sulla verticale del punto di incontro dei due tratti consecutivi del cordino; la qual cosa si può ottenere, usando ancora l'ordinario apparecchio di sospensione ad arco, mediante il cosiddetto incrociamiento dei tratti (metodo di Rittinger); ovvero coll'uso di speciali apparecchi di sospensione (bussola di Braunsdorf, di Ott, ecc.) che portano la bussola in sbalzo. Con questi ripieghi la bussola viene a trovarsi nelle stesse condizioni, rispetto alle influenze locali, sia quando si legge l'azimut dell'uno dei lati, che quando si legge quello del successivo; quindi, facendo la differenza fra le due letture si ottiene l'angolo dei due tratti scevro dalle azioni locali.

Finchè si tratta di ricorrere a questo mezzo in via eccezionale per qualche vertice in cui siano più sentite le influenze locali, esso apparisce ragionevole. Ma non lo è più quando voglia usarsi per sistema in tutto un rilievo, specialmente se esteso, come si vorrebbe nelle miniere di sostanze magnetiche o in quelle nelle quali la poca altezza delle gallerie o la grande sezione delle rotaie usate fa sentire dappertutto e fortemente le azioni locali. È infatti evidente che, operando nel modo anzidetto, sparisce il vantaggio capitale della bussola e si cade nell'inconveniente del rilievo con un goniometro comune, che l'errore di ogni angolo influisce su tutto il resto della poligonale; e con questo di peggio, che la bussola, adoperata a misurare gli angoli per differenza di azimut, diventa un pessimo goniometro. Vogliamo ammettere che, per metterci in condizioni favorevoli, si attribuisca alla bussola l'errore medio di 6'; l'angolo ottenuto per differenza

avrà per errore medio  $6' \sqrt{2} = 8' \frac{1}{2}$ . Un piccolo goniometro che dia appena il decimo di grado sarebbe dunque in questo caso preferibile alla bussola. Non volendo rinunciare ai vantaggi pratici del rilievo sul cordino, potrà ricorrersi, piuttosto che alla bussola, a strumenti sul genere del *compasso d'angolo* di Willaume, cioè con due braccia da sospendersi ai due tratti contigui del cordino, con sottoposto cerchio graduato e verniero, comandati dalle braccia anzidette.

Non crediamo che possa escogitarsi alcun serio ripiego per adoperare con buoni risultati la bussola nelle miniere magnetiche. L'uso del teodolite è in questi casi assolutamente inevitabile, a meno di adoperare bussole di lettura molto delicate; ma anche in questo caso, dovendo far uso di trepidi e di altri sostegni stabili, non si hanno più i vantaggi della semplicità e della speditezza inerenti al rilievo su cordino.

Quando però le influenze locali dipendono da cause che è possibile rimuovere, come è il caso ordinario delle rotaie, vi ha il rimedio radicale di andar disarmando la ferrovia man mano che procede il rilievo: Non deve però credersi che di questo disarmo possa con assoluta sicurezza farsi a meno nei tratti sui quali non si nota differenza sensibile fra le letture fatte ai due estremi del cordino: la concordanza di queste due misure non è, nei rilievi delicati, sufficiente garanzia dell'assenza di azioni locali. Piuttosto, quando si possono adottare tratti alquanto lunghi, basterà fare il disarmo per alcuni metri prima e dopo ogni vertice; spetta al criterio dell'operatore di giudicare, e meglio ancora di sperimentare, quale lunghezza convenga dare a questi tratti che si disarmano.

Questo lavoro del disarmo sarà perfettamente giustificato nei rilievi delicati e quando non si abbia a disposizione un teodolite capace di dare una approssimazione quale si desidera nei risultati. Grandissimo è il vantaggio che può aversi colla bussola quando essa, liberata come già abbiamo detto dalle variazioni della declinazione, venga pure sottratta alle azioni locali; il suo errore medio  $\theta$  si troverà ridotto a quello dipendente dalla lettura e dalla sensibilità dell'ago, cioè a 4' sulla media delle quattro letture che si faranno per ogni tratto. Volendo ancora abbondare a svantaggio della bussola, supponiamo che questo errore possa salire fino a 6', ed applichiamo la formula (14) ad una poligonale di 25 lati, per determinare con quale approssimazione dovrebbero esser letti

i suoi angoli con un teodolite per ottenere un rilievo comparabile per peso con quello della bussola: risulterà

$$\alpha = \theta \sqrt{\frac{6,02}{1+3n+2n^2}} = 360'' \sqrt{\frac{6,02}{1+75+1250}} = 24'' \text{ circa}$$

e questo sarà l'errore complessivo dipendente da incertezze di misura e di stazione; se i lati sono mediamente di 20 metri (e spesso si sarà costretti ad averne di più brevi) e non può garantirsi la messa in stazione a meno di 1 mm. di spostamento medio con angoli non molto diversi da 180°, l'errore medio di stazione sarà  $\alpha_s = 18''$  circa, e quindi l'errore di misura dovrà essere limitato ad:

$$\alpha_m = \sqrt{\alpha^2 - \alpha_s^2} = \sqrt{24^2 - 18^2} = \sqrt{252} = 16'' \text{ circa;}$$

e per raggiungere questo scopo con un teodolite a 30'' di errore medio, occorrerà fare per ogni angolo tre ripetizioni.

Come si vede, per uguagliare in precisione il rilievo colla bussola sospesa, liberata dalle variazioni di declinazione e dalle influenze locali, occorrerebbe un rilievo al teodolite con mezzi già di una certa finezza; e rimarrebbe sempre alla bussola il vantaggio della semplicità e della speditezza.

30. — Esaminate tutte le cause di errore esterne allo strumento, occupiamoci di vedere se sia possibile migliorare le condizioni proprie di esso, cioè la finezza delle sue letture e quindi anche la sensibilità dell'ago.

In primo luogo bisognerà rinunziare al tipo della bussola sospesa, sia per il piccolo diametro che può darsi al suo circolo, sia per la poca stabilità della sospensione. Si tratterà dunque di uno strumento su trepiede, del genere della bussola topografica, o di ogni altro goniometro munito di declinatore magnetico.

Cominciando col portare il diametro del cerchio per es. a 15 cm., e spingendo la divisione al sesto di grado, ognuna di queste parti (10') risulterà di circa 1/4 di millimetro; munendosi di una lente d'ingrandimento 3 o 4 potrà garantirsi un errore massimo d'apprezzamento di mezza divisione, ossia di 5', quindi un errore medio di lettura di 100''; leggendo su entrambe le punte dell'ago, e facendo la media dei risultati, anche per eliminare gli errori di eccentricità e di graduazione, l'errore medio si ridurrà a  $\frac{100''}{\sqrt{2}} = 71''$ . Un'in-

certezza dello stesso ordine dovrà attribuirsi alla sensibilità dell'ago, per cui l'errore medio complessivo si innalzerà di nuovo a 100''. Volendo tener conto degli altri elementi strumentali che supporremo dotati di una mediocre delicatezza, ci pare più che sufficiente attribuir loro l'incertezza media di 1', e quindi avremo in tutto:

$$\sqrt{100^2 + 60^2} = \sqrt{13600} = 117'',$$

o in cifra tonda 2'. Infine, facendo la media dei risultati ottenuti ai due estremi di uno stesso lato, avremo come errore medio di ogni azimut definitivo:

$$\theta = \frac{120''}{\sqrt{2}} = 85'' = \text{circa } 1' \frac{1}{2}.$$

Esistono delle bussole speciali in cui si è cercato di aumentare la finezza delle letture munendo gli estremi dell'ago di leggeri noni di alluminio, perfettamente equilibrati, la lettura dei quali si fa con microscopi ad asse verticale e spezzati scorrevoli attorno al lembo; si è pure cercato con ingegnose disposizioni di diminuire gli attriti della sospensione dell'ago, e allo stesso tempo di smorzare rapidamente le oscillazioni. In altri tipi la lettura non si fa direttamente sulle punte dell'ago; invece, nella scatola in cui questa gira, vi sono semplicemente due segni, con sovrapposti microscopi fissi, e si fa girare tutto lo strumento finché le due punte coincidono esattamente coi due segni anzidetti; le letture azimutali si fanno poi sopra un circolo esterno a vernieri, come in un teodolite. In questo modo l'ago non serve ad altro che ad orientare lo strumento, ossia lo zero della sua graduazione, nella direzione del meridiano magnetico.

Giunti a questo punto, ci sembra che per raggiungere lo scopo, non vi sia alcun bisogno di strumenti speciali: un teo-

dolite munito di un semplice orientatore purchè delicato, risolve in modo semplicissimo il problema di trarre il massimo partito possibile dai pregi inerenti al rilievo colla bussola. I teodoliti ed i tacheometri del Salmoiraghi sono per l'appunto muniti nella loro parte inferiore di un orientatore a cannocchiale nel quale la puntata per la coincidenza della punta dell'ago si fa assai bene.

Siccome nelle operazioni di celerimensura, a cui gli strumenti del Salmoiraghi sono specialmente destinati, l'esattezza dell'orientamento magnetico non ha seria importanza, giacchè gli orientamenti vengono poi perfezionati tavolino mediante i collegamenti di stazione, giustamente il Costruttore non dà molta importanza alla finezza del declinatore. Non è difficile però ottenere da questo la precisione che occorrerebbe al caso nostro, coll'aumentare la sensibilità dell'ago e l'ingrandimento della lente anteriore del tubetto in cui l'ago è sospeso; migliori risultati potrebbero ancora conseguirsi per il caso nostro, ritornando al tipo di orientatore più delicato che fu usato dal Porro nei suoi primi cleps. Con questi perfezionamenti non ci sembra irragionevole il ripromettersi di poter misurare gli azimut coll'approssimazione corrispondente all'errore medio  $\theta$  di 1 a 2' quando, s'intende, essi vengono depurati dalle variazioni della declinazione e liberati da ogni attrazione locale. Tutte queste cure saranno perfettamente giustificate e compensate, specialmente nei rilievi sotterranei molto delicati, dalla precisione che ne deriva ai risultati: precisione che talvolta sarebbe impossibile raggiungere con un rilievo al teodolite.

31. — Supponiamo che si rilevi una poligonale sotterranea molto distesa, cioè ad angoli poco diversi da 180°, composta di 40 lati della lunghezza media di 20 m. usando un teodolite a 30'', facendo 4 ripetizioni per ogni angolo, ed infine adoperando mire di galleria che garantiscano un errore medio di centramento di un mezzo millimetro.

Ammesso lo strumento di buona costruzione per cui alla sua approssimazione nominale di 30'' possa corrispondere un errore medio di 20'' per ogni misura semplice, avremo sulla media delle quattro ripetizioni di ogni angolo l'errore medio:

$$\frac{20''}{\sqrt{4}} = 10''.$$

L'errore medio di stazione sarà poi:

$$\alpha_m = \frac{0,0005}{\sqrt{2}} 206265'' \frac{\sqrt{20^2 + 20^2 + 40^2}}{20 \times 20} = 9'';$$

e quindi in complesso:

$$\alpha = \sqrt{10^2 + 9^2} = 13',4.$$

Applicando allora la formula (13), otteniamo per errore medio laterale sull'ultimo vertice della poligonale:

$$M_y = 0,408 \frac{13',4}{206265''} 20 \sqrt{2 \times 40^2 + 3 \times 40^2 + 40} = \pm 0,196.$$

Vediamo ora quale errore medio si otterrebbe eseguendo il rilievo cogli stessi strumenti, ma supponendo il teodolite munito di orientatore delicato in modo da poter avere nella misura degli azimut, dopo corretti per le variazioni della declinazione, l'errore medio di 2'.

La formula (12) ci dà in questo caso:

$$M_y = \frac{120''}{206265''} 20 \sqrt{40} = \pm 0,073.$$

Questo secondo rilievo sarebbe dunque molto più esatto del primo; i pesi dei risultati starebbero come:

$$\left(\frac{1}{0,136}\right)^2 : \left(\frac{1}{0,073}\right)^2,$$

ossia in cifre tonde come 1 : 7.

Più efficace sarà il confronto se supponiamo la poligonale alquanto più lunga, per esempio di 50 lati sempre della lunghezza media di 20 m., caso che è tutt'altro che raro nei lavori minerari. Vediamo se sarebbe possibile, cogli stessi strumenti dell'esempio precedente, arrivare all'ultimo vertice con

Un errore massimo nelle  $y$  di m. 0,60, ossia con un errore medio  $M_y$  0,20. Nel rilievo col teodolite l'errore medio  $\alpha$  di ogni angolo dovrebbe essere

$$\alpha'' = \frac{0,20 \times 206265''}{0,408 \times 20 \times \sqrt{2 \times 50^2 + 3 \times 50^2 + 50}} = \pm 8'',8.$$

Questo rilievo evidentemente non potrebbe eseguirsi cogli strumenti sopra indicati, giacchè non potendo garantire per il centramento delle stazioni uno spostamento minore di 1/2 millimetro, solo per questa causa si avrà su ogni angolo un errore medio di stazione di 9''.

Adoperando invece il teodolite alla misura diretta degli azimut, per limitare  $M_y$  a m. 0,20 basterebbe che la misura dell'azimut di ogni lato fosse fatta coll'errore medio:

$$\theta'' = \frac{0,20 \times 206265''}{20 \sqrt{50}} = \pm 293'' = \pm 5' \text{ circa.}$$

32. — Prendiam ancora a considerare qualche caso della topografia esterna, in cui vi ha il vantaggio, a favore del teodolite, che i lati sono abbastanza lunghi per diventare trascurabile l'errore di stazione, mentre, come sappiamo, questa gran lunghezza dei lati costituisce uno svantaggio per la bussola. Trattasi di una poligonale di 20 lati della lunghezza media di 250 m. e vogliasi arrivare all'ultimo vertice coll'errore medio di m. 0,50; bisognerà perciò che gli angoli siano misurati coll'errore medio

$$\alpha'' = \frac{0,50 \times 206265''}{0,408 \times 250 \sqrt{2 \times 20^2 + 3 \times 20^2 + 20}} = \pm 7'',7;$$

convenendo di fare 4 ripetizioni su ogni angolo, bisogna dunque che per ogni misura semplice l'errore non superi i 15'', e si richiederà perciò un teodolite dell'approssimazione nominale di 15 o 20'' almeno.

Se invece si fa il rilievo della poligonale colle misure azimutali, l'errore medio di queste, per ottenere  $M_y = 5,50$ , dovrà essere:

$$\theta'' = \frac{0,50 \times 206265''}{250 \sqrt{20}} = 92'' = 1' \frac{1}{2} \text{ circa.}$$

Se invece nel rilievo colla bussola si facessero i lati di 100 m. basterebbe a raggiungere lo scopo l'approssimazione  $\theta = 2' \frac{1}{2}$  circa.

Nei rilievi esterni, specialmente nella buona stagione, la determinazione degli azimut può farsi indipendentemente dall'orientatore magnetico, mediante la semplice misura delle altezze del sole. I calcoli all'uopo occorrenti, specialmente coll'aiuto delle tavole in uso, non presentano alcuna difficoltà; evitando di operare nelle ore in cui l'altezza del sole è piuttosto grande, si può sempre garantire l'errore medio azimutale  $\theta$  di 1' o poco più. A questo mezzo converrà ricorrere, se non in tutte le stazioni, almeno ogni 3 o 4 vertici; per tal modo rimarrà interrotta a brevi intervalli l'accumulazione degli errori angolari.

La determinazione diretta dell'azimut astronomico dei lati della poligonale può anche essere fatta con sufficiente approssimazione, senza molti calcoli, con un orientatore solare annesso al teodolite (*solar attachment* degli inglesi); questo metodo è molto usato specialmente in America dove ha dato ottimi risultati. E nei casi in cui basti una minor approssimazione, potrà servire una ordinaria *bussola solare*, purché adoperata con cura.

#### AGGIUNTA.

Era già compilata la presente Memoria quando ci pervenne l'opera recentemente pubblicata dal Pelletan: *Traité de Topographie* (Baudry, 1893). Nell'ultimo capitolo, destinato alla teoria degli errori, vi è trattato il problema dell'esattezza delle poligonali i cui angoli siano tutti misurati colla stessa precisione. Le formule che vi si trovano per gli errori medi delle coordinate di un vertice qualunque, differiscono notevolmente da quelle che noi abbiamo ottenuto nel n. 9 per questo caso particolare; e la differenza dipende dall'esservi nel metodo del Pelletan un'erronea applicazione della legge di accumulazione degli errori.

Dopo aver osservato che l'errore medio dell'azimut di un lato qualunque è  $\alpha \sqrt{p}$  essendo  $\alpha$  l'errore medio di ogni angolo, e  $p$  il numero di questi che concorrono alla determinazione di quell'azimut, l'autore calcola separatamente gli errori medi delle singole coordinate parziali  $x, y$ ; indi fa la somma dei quadrati di questi per ottenere i due errori medi quadrati delle coordinate totali  $\Sigma x, \Sigma y$ . Usando le nostre notazioni, le coordinate parziali  $x_i, y_i$  avrebbero per errori medi

$$m'_x = \lambda^2_0 L_i \cos^2 \Theta_i + i \alpha^2 \sin^2 1'' L_i \sin^2 \Theta_i$$

$$m'_y = \lambda^2_0 L_i \sin^2 \Theta_i + i \alpha^2 \sin^2 1'' L_i \cos^2 \Theta_i$$

e quindi risulterebbe con questo metodo:

$$m^2_x = \lambda^2_0 \Sigma L_i \cos^2 \Theta_i + \alpha^2 \sin^2 1'' \Sigma i L_i \sin^2 \Theta_i$$

$$m^2_y = \lambda^2_0 \Sigma L_i \sin^2 \Theta_i + \alpha^2 \sin^2 1'' \Sigma i L_i \cos^2 \Theta_i$$

Questo processo sarebbe rigoroso solo quando i singoli termini delle somme  $\Sigma x, \Sigma y$ , fossero grandezze direttamente osservate, o almeno che ognuno di essi risultasse da osservazioni proprie, indipendenti da quelle di tutti gli altri. Questa condizione si verifica qui per quella parte dell'errore che dipende dalla misura della lunghezza dei lati; non però per quanto dipende dagli azimut, inquantochè ognuno di questi dipende dalle osservazioni angolari che furono fatte anche per tutti i lati precedenti. Si capisce da ciò che le formule del Pelletan devono essere esatte nei primi termini, che misurano l'influenza degli errori di misura dei lati, ma non già nei secondi termini che misurano quella degli errori angolari.

Limitiamoci infatti a considerare i primi due lati: il primo, affetto dall'errore azimutale  $\alpha$ , avrà la sua ascissa parziale  $x_1$  affetta dall'errore medio quadrato  $y^2_1 \alpha^2 \sin^2 1''$ ; il secondo lato, coll'errore medio azimutale  $\alpha \sqrt{2}$ , avrà la sua ascissa parziale  $x_2$  coll'errore medio quadrato:

$$y^2_2 2 \alpha^2 \sin^2 1'',$$

il quale è per metà dovuto all'errore  $\alpha$  del primo angolo, e per l'altra metà al nuovo errore  $\alpha$  del secondo angolo. Sicchè, sommando  $m'^2_x$  con  $m'^2_{x_2}$ , e scrivendo questa somma sotto la forma:

$$(y^2_1 \alpha^2 \sin^2 1'' + y^2_2 \alpha^2 \sin^2 1'') + y^2_2 \alpha^2 \sin^2 1'',$$

si vede che i primi due termini dovrebbero esprimere quella parte dell'errore medio di  $(x_1 + x_2)$  che sarebbe dovuta al primo errore angolare  $\alpha$ , ed il terzo termine darebbe quella derivante dal secondo errore  $\alpha$ .

L'errore del metodo consiste in questo, che, volendo calcolare separatamente gli errori medi quadrati delle singole coordinate parziali, l'influenza di ognuno degli errori angolari  $\alpha$  viene a trovarsi scissa sui singoli lati, per poi riunire queste diverse parti colla regola della somma dei quadrati. Ora, questa regola è esatta solo in quanto le diverse parti che si vogliono riunire siano dovute a cause accidentali indipendenti, cioè di natura tale che possano o no agire contemporaneamente, agire nello stesso senso o in senso contrario, con maggiore o minore intensità; giacchè è in questa sola ipotesi che potranno aver luogo quelle eventuali compensazioni parziali, delle quali viene in sostanza a tenersi conto colla regola anzidetta. Qui invece non può avvenire alcuna compensazione di questo genere fra le influenze che il 1° errore angolare  $\alpha$  viene ad esercitare sul 1° e sul 2° lato; prodotto che si sia un errore nel 1° angolo, esso agisce contemporaneamente *nello stesso senso e con intensità determinata* tanto sul 1° che sul 2° lato. Non è dunque lecito scindere queste due influenze per poi sommarle al quadrato: l'errore  $\alpha$  del 1° angolo va invece applicato ai due lati solidariamente, dando all'ascissa totale  $(x_1 + x_2)$ , per effetto di quel primo errore angolare, un errore medio quadrato, che non sarà espresso da

$$y^2_1 \alpha^2 \sin^2 1'' + y^2_2 \alpha^2 \sin^2 1'',$$

ma invece da:

$$(y_1 + y_2)^2 \alpha^2 \sin^2 1'' = (y^2_1 + y^2_2 + 2y_1 y_2) \alpha^2 \sin^2 1''.$$

Si deduce da ciò che l'errore del metodo del Pelletan deve avere le stesse conseguenze che si avrebbero in generale col sostituire ad  $(y_1 + y_2 + \dots)^2$  la somma dei quadrati  $(y^2_1 + y^2_2 + \dots)$ . Vengono cioè a mancare tutti i doppi

prodotti delle coordinate parziali, e quindi gli errori medi finali  $M_x, M_y$  dovranno risultare, secondo quelle formule erronee, notevolmente minori del vero.

Volendo risolvere il problema analizzando tutte le diverse parti indipendenti da cui risulta l'influenza degli errori angolari sulla precisione dell'ultimo vertice, non bisogna dunque calcolare separatamente gli errori medi delle singole coordinate parziali, ma invece bisognerà calcolare gli errori medi elementari che vengono direttamente a prodursi sull' $n^{\circ}$  vertice, per effetto di ognuno degli errori angolari dei vertici precedenti. In generale, l'errore  $\alpha$  commesso nella stazione  $A_i$ , agendo solidariamente su tutta la poligonale successiva composta dai lati  $L_i, L_{i+1}, \dots, L_n$ , produrrà nell'ultimo vertice  $A_{n+1}$ , gli errori medi quadrati:

$$m_x^2 = (y_i + y_{i+1} + \dots + y_n)^2 \alpha^2 \operatorname{sen}^2 1'' = Y_{i,n}^2 \alpha^2 \operatorname{sen}^2 1''$$

$$m_y^2 = (x_i + x_{i+1} + \dots + x_n)^2 \alpha^2 \operatorname{sen}^2 1'' = X_{i,n}^2 \alpha^2 \operatorname{sen}^2 1''$$

Considerando in tal modo le influenze indipendenti dei singoli errori  $\alpha$  cioè facendo variare  $i$  da 1 ad  $n$ , e sommando, l'influenza complessiva di codesti errori angolari sull'ultimo vertice sarà misurata dagli errori medi quadrati:

$$\alpha^2 \operatorname{sen}^2 1'' \sum_{i=1}^n Y_{i,n}^2, \quad \alpha^2 \operatorname{sen}^2 1'' \sum_{i=1}^n X_{i,n}^2$$

Come si vede, anche per questa via si giunge agli stessi valori dei termini che nelle nostre formule (6'') rappresentano l'influenza dagli errori angolari.

Abbiamo già osservato che, per l'errore in cui è incorso il Pelletan, le sue formule danno per la progressione dell'errore sui successivi vertici una serie molto più lenta di quanto realmente deve essere. Applicandole al solito caso tipico di una poligonale a lati tutti uguali e pochissimo devianti dalla direzione dell'asse delle  $x$ , si troverebbe:

$$M_y = L \alpha \operatorname{sen} 1'' \sqrt{1+2+3+\dots+n} = L \alpha \operatorname{sen} 1'' \sqrt{\frac{n(n+1)}{2}}$$

e quindi l'errore dovrebbe crescere prossimamente secondo la 1<sup>a</sup> potenza del numero dei lati; mentre noi abbiamo mostrato, partendo dalle formule generali, che l'aumento segue all'incirca la potenza 3/2 di quel numero, come già aveva trovato direttamente lo Jordan, per questo caso particolare.

Riprendiamo l'esempio del N. 20, cioè di una poligonale di soli 10 lati della lunghezza media di 200 m., i cui angoli siano misurati coll'errore medio di 30''; abbiamo ottenuto per errore medio finale  $M_y = \pm$  m. 0,57. Applicando invece la formula ottenuta da quelle del Pelletan, si avrebbe:

$$M_y = \frac{200 \times 30''}{206265''} \sqrt{\frac{10 \times 11}{2}} = \pm \text{m. } 0,21,$$

cioè, verrebbe ad attribuirsi all'ultimo vertice un errore medio di posizione quasi tre volte minore del vero.

Il Pelletan si occupa anche del confronto fra i rilievi di una stessa poligonale col teodolite e colla bussola; ma si capisce che le formule da lui usate non possono condurre che a conclusioni erronee. Egli trova per es. che, supponendo l'errore medio  $\alpha$  del teodolite uguale a 1', e quello  $\theta$  della bussola uguale a 40', il primo sarebbe preferibile al secondo fino al 200<sup>o</sup> vertice; mentre, applicando a questi dati la formula (15), si trova che la convenienza del teodolite cessa dopo il 17<sup>o</sup> vertice. La differenza è, come si vede, enorme; e la teoria del Pelletan non fa che avvalorare l'errore generalmente dominante sulla fiducia relativa che deve attribuirsi a questi due generi di rilievo. Noi riteniamo che il rilievo colla bussola, tutt'altro che essere disprezzabile, meriti di essere più largamente usato, perfezionandolo in guisa da trarre il massimo vantaggio dal pregio essenziale che esso ha di fronte al teodolite di non dar luogo a moltiplicazione negli errori azimutali. Coll'uso di orientatori più delicati di quelli che di solito sono annessi agli strumenti topografici, e coll'aiuto di una conoscenza precisa delle variazioni diurne ed anormali della declinazione locale, si possono ottenere da questo metodo risultati degni di maggior fiducia che coi teodoliti comuni, nel rilievo di estese poligonali sia esterne che sotterranee.

(Continua)

Ing. F. MOSSA.

Fasc. 11<sup>o</sup> — Fog. 2<sup>o</sup>

## INGEGNERIA SANITARIA

### SUL RISANAMENTO DEI POZZI DI SOLMONA.

Nota dell'ingegnere R. BENTIVEGNA (\*).

Manifestatasi, e in breve assunte gravi proporzioni, l'epidemia colerica di Solmona, uno dei provvedimenti più urgenti presi dall'Autorità sanitaria fu la chiusura dei pozzi d'acqua potabile, che fornivano quasi esclusivamente l'acqua per bere a tutti gli abitanti della città.

La misura era giustificatissima, sia perchè molti di tali pozzi furono riconosciuti inquinati, e l'acqua di essi fu trovata carica di sostanze organiche e di microrganismi (sino a quantità innumerevoli di colonie per cm.c.), sia perchè tutti mostravano il pericolo che tale inquinamento, pur non constatato direttamente, fosse possibile, anzi assai probabile.

Difatti, benchè la falda liquida sotterranea che alimenta i pozzi di Solmona sia generalmente assai profonda (oscilla da 16 a 25 metri dalla superficie del suolo) e il terreno sovrastante ad essa sia, per natura geologica e per struttura meccanica, abbastanza omogeneo, così da costituire un filtro efficace per le acque superficiali, pure essi, situati fra mezzo alle case, in piccoli cortili male pavimentati e peggio puliti, presso a pozzi neri e a concimaie filtranti, o a latrine sconnesse e luride, o a stalle senza scoli, o a porcili, ecc., costruiti con vecchia muratura permeabile, in alcuni poco spessa e assai deperita, povera di malta e quasi a secco; esenti da qualunque intonaco cementizio, e da ogni copertura superiore, non offrivano alcuna garanzia nè contro alle infiltrazioni laterali dalla canna del pozzo di liquidi superficiali impuri, nè contro alla contaminazione diretta dalla bocca scoperta, per il fatto — specialmente — dell'attingimento dell'acqua, eseguito con secchie manovrate continuamente a mano dalle moltissime donne che giornalmente accorrono ai pozzi, i quali — benchè di proprietà privata — pure — costituendo la principale provvista d'acqua della città — sono generalmente ceduti all'uso pubblico.

Decresciuta di molto l'epidemia, sin quasi all'estinzione, dopo tale chiusura, non potendosi perdurare nel provvedimento temporaneo di fornire l'acqua alla città mediante il trasporto con botti di quella di fontane esterne e lontane, e i bisogni sopravvenienti della vendemmia reclamando un consumo assai maggiore d'acqua, l'Amministrazione comunale, tenuta dal R. Commissario, sig. Valentini, nel mentre che faceva eseguire un progetto per provvedere la città in modo igienico e definitivo di eccellente acqua di sorgente, convogliata in tubatura metallica dalla vallata vicina d'Introdacqua, fu costretta a permettere la riapertura di alcuni pozzi, fra quelli riconosciuti meno pericolosi, dopo di averne però mediante alcune opere di risanamento garantita la purezza dell'acqua.

I provvedimenti e le opere di risanamento da me proposti, e applicati subito dall'Amministrazione e da alcuni privati in dieci pozzi della città furono i seguenti:

- Vuotatura del serbatoio del pozzo e rigorosa pulitura meccanica del fondo e delle pareti asportandone la fanghiglia depositata;
- Generosa disinfezione mediante calce viva in quantità variabili a seconda della capacità del serbatoio, ma non mai minori di 1 mc.;
- Riempimento con grosso pietrame (breccia) o copertura con volta in muratura della cavità del serbatoio;
- Insabbiamento, mediante arena fine di cava, della colonna del pozzo per un'altezza non inferiore a 4 metri al disopra della breccia o della volta inferiore;
- Copertura con volta in muratura della bocca superficiale del pozzo;
- Applicazione della pompa per l'attingimento dell'acqua.

I particolari di costruzione sono indicati nei disegni. Per rendere facili le opere di riparazione e di manutenzione del corpo di pompa, per cui è necessaria l'estrazione di essa insieme con il tubo di aspirazione, fu necessario munire questo di un contro-tubo esterno, con l'orificio su-

(\* Dalla *Rivista d'Igiene e Sanità pubblica*, n. 22, 5 novembre 1893. Roma.

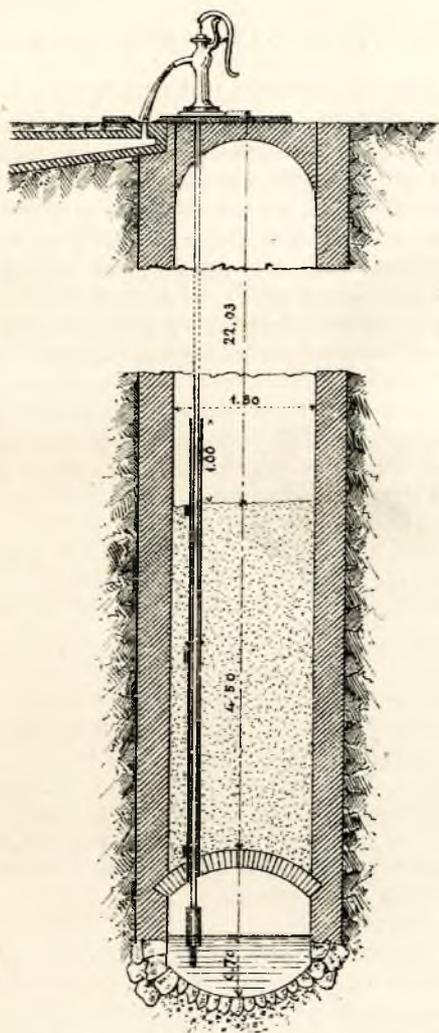


Fig. 107.

periore ben chiuso a cemento, per tutto il tratto in cui è costituito il riempimento.

Con questo sistema di risanamento, eseguito secondo i principii esposti recentemente dal Koch (1), è assolutamente evitato l'inquinamento dell'acqua, il quale non può più avvenire nè per infiltrazioni laterali di liquidi impuri superficiali — giacchè questi non pervengono più al serbatoio, o vi arrivano filtrati dalla colonna di sabbia — nè per contaminazione diretta mediante secchie od altro.

Nei pozzi pubblici, in cui l'attingimento dell'acqua è continuo e copioso essendo necessario di conservare integra la provvista d'acqua del serbatoio del pozzo, è più utile applicare il sistema (fig. 107) della copertura inferiore a sostegno della colonna di sabbia filtrante (2); in quelli privati, invece, è preferibile adoperare il riempimento con grosse pietre del serbatoio e con strati di ghiaia decrescente in grossezza (fig. 108), limitando così la capacità della vasca di raccolta, e però ottenendosi un continuo rinnovamento dell'acqua da attingersi.

I risultati ottenuti nei diversi pozzi in tal modo risanati hanno confermato le previsioni, come fu dimostrato dalle analisi batteriologiche dell'acqua, eseguite dal prof. Gualdi, prima e dopo le opere di miglio-

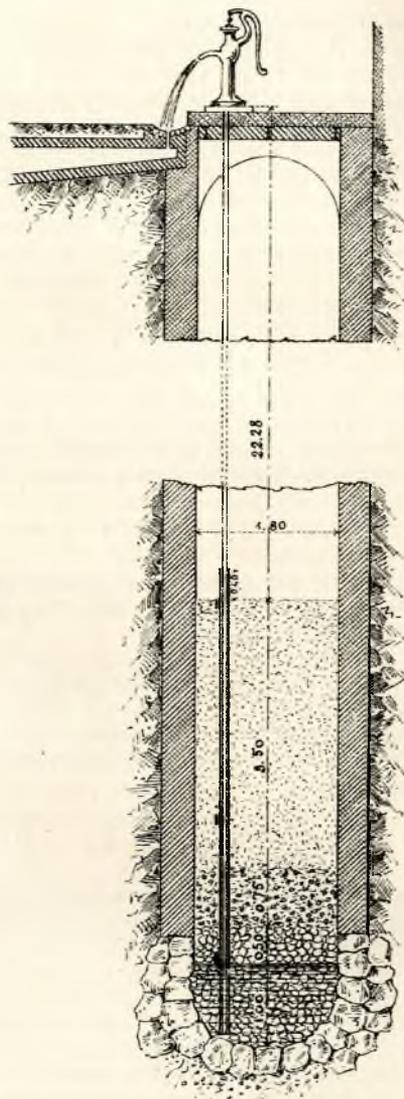


Fig. 108.

ramento. La decrescenza dei germi fu enorme; e in tutti l'acqua, dopo molti giorni dall'eseguito risanamento del pozzo, fu trovata in condizioni eccellenti o tollerabili: nel pozzo di casa Tabassi, p. es., prima dei lavori, in una goccia d'acqua nelle capsule di Petri, non si riusciva mai a contare le colonie; dopo i lavori un intero cm.c. ne conteneva solo da 30 a 40; nel pozzo dell'Ospedale dell'Annunziata da una quantità superiore a 5000 germi (esperienze per diluizione) si discese alla quantità di 150 a 200.

È evidente che tale sistema di risanamento offre sicura probabilità di riuscita quando l'acqua della falda liquida sotterranea che alimenta i pozzi è pura, e non è altrimenti inquinabile perchè troppo superficiale o per altre comunicazioni dirette con l'esterno; con tale sistema si riesce solo a garantire l'acqua dei pozzi a serbatoio da contaminazioni e inquinamenti dipendenti da questi, che vengono così trasformati in veri pozzi tubolari: esso è perciò applicabile in casi analoghi a questo di Solmona, quando, cioè, per il grande spessore e per la natura detritica omogenea dello strato di terreno soprastante alla falda liquida sotterranea, le acque latenti superficiali, che pervengono in questa, vi arrivano naturalmente ed efficacemente filtrate e depurate.

Roma, ottobre 1893.

(1) R. KOCH, *La filtrazione dell'acqua ed il colera*. — V. *Rivista d'Igiene e Sanità pubblica*, anno IV, num. 15, pag. 586.

(2) La copertura inferiore della capacità del serbatoio dev'esser fatta a un'altezza maggiore del livello dell'acqua di tanto quanto si prevede questo possa sollevarsi nei periodi di piena della falda liquida sotterranea.

## INDUSTRIA MINERARIA E METALLURGICA

RIVISTA DEL SERVIZIO MINERARIO IN ITALIA  
NEL 1892 (\*).

Con notevole acceleramento sulla Relazione dell'anno precedente ci giunge in quest'anno la rivista annuale della produzione mineraria del Regno per il 1892. E ne diamo lode all'Ispettorato delle Miniere, perchè la maggior parte delle notizie, siccome per lo più dipendenti dalle oscillazioni dei prezzi, o da variazioni di metodi e di bisogni, non possono offrire che un interesse di attualità. Vero è che in testa della Relazione generale non troviamo più una di quelle nuove particole di carta geologica italiana alla quale eravamo oramai abituati. Ma se l'omissione di qualche carta e della relativa monografia ha avuto per iscopo di accelerare la pubblicazione, anche l'omissione stessa vuol essere lodata.

\*

*Ricerche minerarie e scoperte.* — Nel 1892 il numero dei permessi di ricerca nuovi o rinnovati fu di 142, e quindi superiore a quello del 1891 che fu di 124. La lieve differenza è principalmente dovuta al distretto di Vicenza, dove si notò per la provincia di Udine un certo risveglio per la ricerca di combustibili fossili, sebbene poi i lavori relativi si riducessero a ben poca cosa. Ai permessi nuovi o rinnovati, aggiungendo quelli prorogati, si ha un totale di 204 in luogo di quello di 201 riferibile all'esercizio precedente.

Sembra debbano giungere a risultati molto soddisfacenti i lavori di ricerca avviati dalla Società « The Brescia Mining and Metallurgical Cy. Ld. » a Costa Ricca, nel territorio di Bovegno (Brescia) dove si riconobbe l'esistenza di un filone quarzoso, fortemente mineralizzato da galena, i cui affioramenti possono seguirsi per una lunghezza di oltre 2 chilometri. Con una semplice cernita fatta col martello si poté ottenere un minerale il cui tenore in metallo sarebbe stato del 77 per cento con 400 grammi d'argento per tonnellata di piombo.

Hanno avuto pure buon esito le ricerche per calamina eseguite dalla Società « Vieille Montagne » nelle regioni di Ortighera e di Lenna, in territorio di Dossena (Bergamo).

Riguardo alle ricerche di calamina nel Massetano delle quali si era bene sperato nella Relazione precedente, non si può dire che nel 1892 siansi raggiunti risultati degni di rilievo.

Anche le ricerche di petrolio rimasero limitate alla regione *Caneì*, nella valle del Sillaro, comune di Monterenzio (Bologna), dove per difficoltà imprevedute, le trivellazioni non discesero ad una profondità sufficiente per poter affermare l'inesistenza, in quella località, di una zona petroleifera capace di una proficua coltivazione.

In Sardegna diedero risultati di qualche importanza i lavori di ricerca: a Corti Rosas, dove si pose allo scoperto un filone di stibina ben mineralizzato; a Gemma Flumini dove si constatarono tre filoni, di cui uno di piombo argentifero, e due contenenti piccole lenti di minerali d'argento; ed a S<sup>a</sup> Acqua Bona, dove si rinvenne un filone a ganga quarzosa, mineralizzato da blenda e galena.

In Sicilia si ebbero 147 ricerche attive, di cui 41, per avere trovato il minerale solfifero, passarono nel novero delle miniere.

Le miniere dichiarate scoperte nel 1892, furono 6 di cui due in Sardegna (la miniera Tintillonis per piombo argentifero, e quella di Perdu Carta, e Perdu Andria per piombo argentifero e zinco); una di gas idrogeno carbonato (miniera di Miana) in provincia di Parma; due di ferro, la miniera di Monte Vigna per ferro spatico in provincia di Bergamo, a 1700 metri sul mare, e la miniera di Medel e Legnera, di carbonato di ferro con manganese, in provincia di Brescia, a 1600 metri di altitudine. Infine la miniera di zinco di Vedra e Valle Vedra in provincia di Bergamo, a 2000 metri sul mare.

*Concessioni e coltivazioni minerarie.* — Nel 1892 si rilasciarono 6 concessioni nuove, una di manganese a Casarza Ligure (Chiavari) e

(\*) Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio. — Pubblicazione del Corpo Reale delle Miniere, 1 vol. in-8° grande di pagine CII + 283. — Roma, 1893. — Prezzo L. 2,50. (Si acquista presso l'Ufficio Geologico in Roma, Via Santa Susanna, N. 1).

5 nella provincia di Cagliari per argento e piombo, piombo e zinco, e per lignite. Si accordò inoltre l'ampliamento di tre concessioni antiche, due d'oro in Aosta e Pallanza, ed una di argento e piombo in provincia di Cagliari.

*Cave, fornaci ed officine.* — Il numero totale delle *Cave* autorizzate nel 1892 è stato di 173 con notevole diminuzione su quello del 1891 che era di 307. La quale diminuzione è in gran parte dovuta al distretto di Napoli dove quel numero discese da 172 a 87. Si ebbero pure notevoli diminuzioni nei distretti di Genova e Torino.

Anche nel numero delle fornaci ed officine metallurgiche autorizzate si verificò nel 1892 una forte diminuzione in confronto alle cifre corrispondenti per il 1891 essendo esso disceso da 162 a 68. Tale notevole differenza in meno è principalmente da attribuirsi al distretto di Bologna, e fu cagionata dall'essersi portata a termine anche in questo distretto la sistemazione di questo ramo del servizio.

\*

*Vicende industriali dell'esercizio 1892.* — La produzione mineraria del Regno, che nel 1891 aveva raggiunto il suo massimo valore di lire 79 890 726 scese nel 1892 a lire 74 301 819.

Nell'anno precedente il maggior valore della produzione in confronto del 1890 era dovuto quasi per intero al solfo ed al medesimo metalloide è da attribuirsi la diminuzione verificatasi nel 1892 in confronto al 1891.

Ciò che vuoi bene far notare è che la diminuzione nel valore della produzione mineraria verificatasi nel 1892 non fu cagionata da minore quantità di prodotto, che anzi questa salì da 1 222 131 a 1 308 384 tonnellate; si accrebbe pure il numero degli operai impiegati nelle miniere che da 58 453 quale era nel 1891 salì nel 1892 a 60 252.

Anche il numero delle miniere attive che nel 1891 era stato di 977 si elevò nel 1892 a 1001. Ma per contro si verificò una diminuzione nel valore della produzione media annua per operaio, la quale da lire 1366 come risultava nel 1891 discese nel 1892 a lire 1233.

A formarsi una giusta idea dei rapporti tra la quantità di produzione ed il prezzo dei prodotti, conviene seguire per sommi capi la rassegna dei principali gruppi di miniere, distinguendoli secondo la natura dei prodotti ottenuti, e seguendo l'ordine quale è dato dall'importanza della produzione.

\*

*Solfo.* — La produzione totale di solfo greggio fu nel 1892 di 418 555 tonnellate, con un aumento di 23 027 tonnellate su quella dell'esercizio precedente. Sarebbe stato desiderabile, diceva la Relazione del 1891, che il considerevole rialzo di prezzo del solfo avvenuto in quell'anno (da lire 76,55 la tonnellata a lire 112,57) non fosse stato compromesso con una produzione eccessiva. Invece in quell'anno la produzione si accrebbe di 26 289 tonnellate su quella dell'anno precedente, e si accrebbe ancora di più nel 1892, mentre il valore medio unitario discese da lire 112,57 a lire 93,70 per tonnellata. Epperò il valore totale della produzione fu per il 1892 di lire 39 221 665 con una diminuzione di lire 5 303 791 sul valore corrispondente per il 1891.

L'aumento di produzione è particolarmente dovuto alle solfate della Sicilia le quali hanno pure compensato la diminuzione verificatasi nella produzione delle miniere solfuree del distretto di Bologna e di quelle della provincia di Avellino.

La produzione totale della Sicilia fu di 374 359 tonnellate con un aumento di 26 791 tonnellate sull'anno precedente. Il numero degli operai impiegati nelle solfate siciliane è stato di 33 171 con un aumento di 902 operai sul numero corrispondente al 1891.

Ma la cifra che importa maggiormente di considerare è quella riguardante la quantità di solfo rimasta al 31 dicembre 1892 nei depositi ai porti di mare, che in cifra tonda si ritiene di 190 mila tonnellate, il che corrisponde ad un aumento effettivo nei depositi al mare sull'anno precedente di circa 57 000 tonnellate, aumento più che quintuplo di quello che già si era verificato nel 1891. È naturale che nel vedere affluire ai magazzini dei porti d'imbarco quantità così ragguardevoli di prodotto, si sia dagli interessati cercato di provocare dei ribassi di prezzo, i quali si sarebbero forse evitati, se, come si consigliava nella precedente Relazione, i coltivatori delle miniere siciliane avessero

avuto cura di non porre sul mercato una quantità di merce superiore alla richiesta.

In quanto ai *processi metallurgici* occorre appena notare che in Sicilia l'antico calcarone continua ad essere l'apparato di fusione più comunemente usato, sebbene gli altri due sistemi di fusione, ossia i fornelli a celle comunicanti, e gli apparecchi a vapore vadano via via facendo progressi non trascurabili, dovendosi già attribuire al primo il 21 per cento ed al secondo il 20 per cento della produzione totale dell'isola. Inoltre sono state riprese in Sicilia le esperienze per la fusione del minerale solfifero col forno Di Stefano, ottenendosene risultati assai soddisfacenti, giacchè con questo sistema si sarebbe avuto un aumento di circa il 30 per cento sulla resa data ordinariamente dai forni Gill.

La quantità totale di solfo raffinato fu nel 1892 di 59 370 tonnellate che si può dire uguale a quella del 1891. Nella macinazione del solfo ebbesi invece un aumento, essendosi ottenute 123 260 tonnellate di solfo raffinato in confronto delle 95 215 tonnellate avutesi nell'anno precedente. Nella quantità macinata sono comprese 4086 tonnellate di solfo ramato al 4 per cento, il quale fu quasi per intero prodotto dalla ditta Albani in Pesaro, e dall'azienda solfifera « Italia » in Bellisio.

\*

*Piombo, zinco ed argento.* — Nel 1892 la produzione dei minerali di piombo, zinco ed argento fu in complesso di 164 721 tonnellate con un aumento di 11 797 tonnellate su quella dell'anno precedente. Anche il valore della produzione riuscì alquanto superiore a quello del 1891, essendo esso stato di lire 21 035 475 di fronte a lire 20 678 320 attribuibili all'esercizio scorso. Ma l'aumento è portato dai minerali di zinco mentre sul valore dei minerali di piombo e di argento, in causa del maggior ribasso dei prezzi, ebbesi una diminuzione di lire 532 734. Ecco infatti i ribassi avvenuti nei prezzi dei tre metalli da un esercizio all'altro:

	1891	1892
<i>Piombo</i> per quintale . . . . . L.	31,42	27,46
<i>Argento</i> per chilogramma . . . . »	174,13	155,86
<i>Zinco</i> per quintale . . . . . »	58,54	56,50

Questi ribassi costrinsero le miniere sarde a prediligere la coltivazione dei giacimenti zinciferi. E poichè il deprezzamento dei due primi metalli verso la fine dell'anno accennava a continuare, la Relazione esprime il timore che alcune miniere di piombo argentifero si trovino costrette a sospendere i lavori, per la impossibilità di abbassare ulteriormente il costo della produzione.

Quanto alle *fonderie*, quelle di Masua, Fontanamare e Monte Ega in Sardegna nel 1892 continuarono a rimanere completamente inattive. Ma in terraferma la grandiosa officina di Pertusola produsse 22 000 tonnellate di piombo del valore di lire 5 720 000 e 43 000 chilogrammi d'argento valutati lire 6 407 000. Produsse inoltre col trattamento di minerali non europei 155 chilogrammi d'oro del valore di lire 552 110. Ond'è che la produzione totale dell'officina è rappresentata da un valore di lire 12 679 110 con un aumento di lire 619 410 su quello ottenutosi nell'anno precedente.

\*

*Ferro.* — La produzione totale dei minerali di ferro nel 1892 fu di 214 487 tonnellate con una diminuzione di 1900 tonnellate sulla produzione dell'anno precedente, ma con un lieve aumento sul valore che salì a lire 2 772 155 per effetto di un leggero rialzo verificatosi sul prezzo medio unitario che da lire 12,78 quale era nel 1891 salì nel 1892 a lire 12,92 la tonnellata.

Nella detta produzione la parte spettante all'isola d'Elba fu di 18 668 tonnellate con un aumento di 9 902 tonnellate sulla quantità prodotta nel 1891. In Piemonte la produzione fu eguale a quella dell'anno precedente. In Lombardia invece essa riuscì di oltre un terzo inferiore a quella del 1891. In Sardegna la produzione della miniera di San Leone discese da 10 190 avutasi nel 1891 a 8 000 tonnellate.

Oltre alla detta produzione di minerali di ferro si ebbero 4 622 tonnellate di minerale di ferro-manganese del valore di lire 41 598, pro-

venienti dalla miniera di Monte Argentario, situata nella provincia di Grosseto.

L'esportazione totale del minerale di ferro dell'isola d'Elba fu di 208 581 tonnellate (47 869 tonn. in più che nel 1891). Di esse andarono in America 173 346 tonnellate (37 325 in più che nel 1891), in Inghilterra 23 079 tonnellate (5504 in più che nel 1891). Il resto rimase al continente italiano, e più specialmente a Follonica, dove vennero portate 10 180 tonnellate.

Nel 1892 furono attivi 8 alti forni, e produssero 12 729 tonnellate di ghisa, con un aumento in confronto al 1891 di 799 tonnellate.

Ma le ferriere e lo acciaierie continuano a vedere diminuire la loro produzione. Essa nel 1892 discese a 180 816 tonnellate, con una diminuzione di ben 47 777 tonnellate su quella del 1891.

Nel suaccennato prodotto di 180 816 tonnellate, 124 273 sono di ferro e 56 543 di acciaio. Il valore della produzione totale fu di L. 45 175 947, con una diminuzione di quasi 14 milioni di lire su quella dell'anno precedente.

Risulterebbe adunque come nell'ultimo triennio (1890-92) la diminuzione totale dei prodotti delle ferriere ed acciaierie italiane fu in cifra tonda di 158 000 tonnellate; si ridusse cioè a poco più della metà di quella avutasi nel 1889. Le cause di questo deplorabile stato di cose vennero esposte nella Relazione per il 1890.

L'officina per la fabbricazione della latta, di cui era stato annunziato l'impianto nella Relazione dell'anno passato, incominciò a funzionare nell'ultimo bimestre dell'anno ed ebbe una produzione di 320 tonnell. di bande stagnate del valore di L. 160 000. Gli impianti attuali sono diretti ad ottenere 2 400 tonnellate di bande stagnate all'anno. Essendo l'importazione in Italia di tonnellate 5 500, ognuno vede come questa industria abbia possibilità di avere un sicuro smercio in Italia, a motivo del forte dazio che grava su quest'articolo. La Società Spranger Ramsay e Comp. onde conseguire prodotti non inferiori a quelli inglesi, dopo avere acquistato il più perfezionato macchinario, fece pure venire parecchi operai inglesi specialisti.

\*

*Combustibili fossili.* — La produzione dei combustibili fossili ha presentato nel 1892 un lieve aumento su quella del 1891, essendo essa stata di 295 713 tonnellate in confronto alle 289 286 tonnellate avutesi nell'anno precedente. Però il valore unitario essendo disceso da L. 7,62 a L. 7,20, ne risultò per il valore totale del prodotto una diminuzione di L. 75 486.

Il centro di maggiore produzione della lignite è sempre S. Giovanni di Valdarno, dove si ebbero nel 1892 cinque miniere attive, che produssero complessivamente 158 414 tonnellate di lignite del valore di L. 903 343.

Vengono subito dopo le miniere di Spoleto, la cui produzione fu di 78 075 tonnellate. Poi quelle della Maremma toscana, quelle del bacino di Gonnese, e la miniera Pulli, presso Valdarno.

Per le *torbiere*, continua a diminuire la produzione, la quale fu di 29 444 tonnellate del valore di L. 411 803, quindi con una diminuzione, rispetto al 1891, di 9 828 tonnellate, pari a L. 119 916.

Nei combustibili *agglomerati* non ebbe a verificarsi la continuazione dell'aumento. La loro produzione discese a 612 069 tonnell. da 644 005, che era quella del 1891. Deducendo 19 650 tonnellate di agglomerati di carbonella vegetale, ossia di provenienza interna, ne risulta che gli agglomerati o formelle di carbon fossile fabbricate in Italia con sostanze di origine estera ammontarono nel 1892 a 592 419 tonnellate, corrispondenti ad un valore totale di L. 17 692 903; mentre la produzione complessiva dei combustibili di origine nazionale non arrivò che a tonn. 344 807, pari a L. 4 267 418.

\*

*Rame.* — La produzione delle miniere di rame ha continuato nel 1892 ad essere in notevole aumento sull'anno precedente, essendo salita da 53 059 tonnellate, che fu quella del 1891, a 102 427 tonnellate. Ma ricominciarono a verificarsi ribassi nel prezzo del metallo, il cui valore è risultato in media inferiore di 15 lire per quintale a quello del 1891. Aggiungesi poi il fatto che ai minerali poveri prodotti dalle mi-

niere della Maremma toscana si era dato nel 1891 il valore dei cementi ramiferi che se ne erano ricavati, mentre nel 1892 si è razionalmente attribuito loro un valore molto inferiore, depurato cioè dalle spese del loro trattamento per via umida e del costo del ferro impiegatovi. Per queste due cause, il valore della produzione totale per il 1892 si trova ridotto a L. 2 761 442, ossia con una diminuzione di L. 67 892 sul valore della produzione per il 1891.

La principale produzione proviene, come al solito, dalle tre antiche miniere di Montecatini, delle Capanne vecchie, e della fenice Massetana, mentre alla nuova e importantissima miniera di Boccheggiano si completarono i lavori di tracciamento ed impianto, ai quali sta per succedere un periodo di regolare coltivazione. Intanto furono già impiegati in questa miniera oltre a 1000 operai; e la sua produzione ascese a 51 415 tonnellate.

Nel corso dell'anno venne attivata la laveria per il trattamento dei residui della lisciviazione, e si ultimò la costruzione dei forni per la fusione dei minerali di seconda qualità.

Nelle fonderie ed officine del rame, la produzione del metallo e sue leghe in pani e lavori fu nel 1892 di 6 039 tonnellate, per un valore di L. 10 797 347, con un aumento nella quantità, in confronto al 1891, di 62 tonnellate, ed una diminuzione nel valore di L. 418 796, essendo il valore unitario dei prodotti di cui si tratta discese da L. 1 876,55, quale era nel 1891, a L. 1 787,93 la tonnellata.

\*

*Mercurio.* — La produzione delle miniere di mercurio riescì nel 1892 di 325 tonnellate, pressochè uguale a quella dell'anno precedente. Ma continuò il ribasso nel prezzo del metallo, che da L. 5,40 si ridusse a L. 4,70 il chilogrammo. E quindi il valore totale della produzione si ridusse a L. 1 527 500 con una diminuzione di L. 254 500 sul valore della produzione del 1891.

Per causa di questo ribasso, si sono rallentati i lavori più produttivi e si spinsero innanzi con una certa alacrità quelli di ricerca e di preparazione di nuovi più profondi livelli.

\*

*Minerali diversi.* — La massa degli altri prodotti minerali, la cui produzione è di minore importanza di quelli precedentemente considerati, ammonta complessivamente a 107 534 tonnellate per un valore di L. 4 811 619, con una diminuzione di 6 984 tonnellate e di L. 290 959 sulle cifre corrispondenti del 1891.

Fra tali prodotti, vengono per ordine d'importanza:

*L'acido borico*, la cui produzione, unita a quella del borace, risultò di 2 560 tonnellate per L. 1 609 550;

*Gli asfalti, mastici e bitumi*, la cui produzione complessiva fu di 34 580 tonnellate per un valore di L. 840 920;

*Il petrolio*, la cui produzione in quest'anno fu in notevole aumento, essendo essa salita da 1 155, quale era nell'anno precedente, a 2 548 tonnellate, del valore di L. 754 600 in confronto a L. 348 100, avutesi nell'anno precedente; produzione quasi per intero dovuta alla miniera di Velleia, in provincia di Piacenza; dove nel 1892 da 11 pozzi vennero complessivamente fornite 2 300 tonnellate di petrolio incontrato a profondità variabili fra 60 e 176 metri;

*L'oro* (6 672 tonnellate di minerali per un valore di L. 473 482), proveniente in massima parte dalle miniere coltivate nella provincia di Novara dalla Società inglese di Pestarena, ed in minima parte dalle diverse draghe stabilite sull'Orba, sul Ticino e sull'Orco per la coltivazione di quelle sabbie aurifere;

*La pirite di ferro*, la cui produzione continuò ad aumentare e raggiunse la quantità di 27 670 tonnellate, in confronto alle 19 868 tonnellate corrispondenti al 1891; più della metà della quale produzione è dovuta alle miniere di Brosso, in provincia di Torino;

*Il salgemma*, la cui produzione si ridusse a sole 15 504 tonnellate del valore di L. 248 094, non essendo riuscita una speculazione tentata nel 1891 in Sicilia coi prodotti delle miniere di Racalmuto e Sutura;

*Il sale di sorgente*, la cui produzione non fu che di 8 217 tonnellate del valore di L. 192 277; a cui suolsi aggiungere il *sale marino*

prodotto da 73 saline, tra demaniali e private nella quantità di 395 269 tonnellate del valore di L. 4 004 155;

*L'antimonio*, la cui produzione si ridusse a 621 tonnellate di minerale del valore di L. 228 360, proveniente in gran parte dalla miniera *Su Suergiu*, in Sardegna, dove si continuarono attivamente le ricerche con buonissimi risultati, e si ricavarono, colla fusione, 327 tonnellate di solfuro liquatato e di ossido d'antimonio: mentre dall'altra fonderia di Ponte a Rosaio, presso Siena, si ottennero 315 tonnellate di regolo di antimonio, ed antimonio cristallizzato per un valore di L. 269 111;

*Il manganese*, le cui miniere diedero una produzione di 1 243 tonnellate per L. 41 797, con diminuzione di 1 186 tonnellate e di L. 22 798 rispetto al 1891, diminuzione in parte dovuta alla concorrenza dei minerali esteri, i quali entrano in franchigia nel Regno;

*Le acque minerali* pei bagni e altri usi terapeutici, prodotte nelle provincie di Parma e Pavia, per un valore complessivo di L. 24 614;

*L'allumite*, la cui produzione risultò uguale a quella del 1891, cioè di 4000 tonnellate per un valore di lire 19 200; infine la *grafite*, la cui produzione limitata alle miniere nel circondario di Pinerolo discese da 2 415 tonnellate quale era nel 1891 a 1 645 tonnellate, del valore di lire 18 890.

\*

*Marmi delle Alpi Apuane.* — La produzione totale dei marmi delle Alpi Apuane fu nel 1892 di 211 102 tonnellate; riescì quindi di poco inferiore al massimo prodotto verificatosi nel 1890 e rappresentato da 214 002 tonnellate. Quattro quinti di questa produzione provengono dalle cave del Carrarese, ed il resto da quelle del Massese e della Versilia.

L'esportazione dal Regno salì ad una quantità mai per l'addietro raggiunta, fu cioè di 135 668 tonnellate; per contro nel valore della merce esportata (lire 15 284 984) si verificò, in confronto al 1891, una diminuzione di lire 1 193 483, dipendente dal minor valore unitario dei marmi usciti dal Regno.

\*

*Motori.* — Dal quadro riassuntivo dei motori idraulici e a vapore adoperati nelle miniere, nelle officine metallurgiche e mineralurgiche, nelle fabbriche di prodotti chimici industriali, nelle torbiere, nelle cave e nelle fornaci si rileva che nel 1892 si ebbero in attività 1 476 *motori idraulici* della forza di 23 600 cavalli-vapore con un aumento di 1 131 cavalli-vapore in confronto del 1891; e 959 *motori a vapore* della forza complessiva di 26 015 cavalli-vapore con un aumento di 383 cavalli-vapore in confronto del 1891.

\*

*Necrologia dell'Ispettore Felice Giordano.* — Alla Relazione generale sono uniti i cenni necrologici del comm. Felice Giordano, ispettore di 1<sup>a</sup> classe, che dal 1859 stava a capo del Corpo reale delle miniere, che era nato a Torino il 6 gennaio 1825 e morì il 16 luglio 1892 a Vallombrosa per le conseguenze di una caduta.

Aveva studiato dal 1848 al 1852 insieme con Quintino Sella alla Scuola superiore delle miniere di Parigi. Aveva esordito brillantemente assumendo la direzione del servizio minerario della Sardegna, quando appunto verificossi in quell'isola un primo risveglio industriale che portava la produzione mineraria dell'isola da un valore annuo di lire 200 000 nel 1852, a quello di tre milioni di lire nel 1860.

Il suo nome è pure legato al grandioso acquedotto e relativo serbatoio di Cagliari, del costo presuntivo di lire 3 310 000 col quale si è assicurato alla città di Cagliari 1 600 metri cubi d'acqua ogni 24 ore.

Trasferito a Torino, si trovò particolarmente portato a studiare e riferire sulle condizioni e sui bisogni delle miniere e delle officine del ferro; notevole soprattutto la relazione intitolata: « *L'industria del ferro in Italia* », pubblicata nel 1864 in Torino per cura del Ministero della marina, e nella quale trattò dell'industria del ferro nei suoi rapporti coll'impianto di stabilimenti siderurgici e navali.

Fu sempre suo costume di ritemperare colla ginnastica del corpo le forze dello spirito, compiacendosi soprattutto di addestrarsi nella equitazione e di esplorare nella buona stagione le regioni meno note delle Alpi. Ed in quest'ordine d'idee, convinto dei grandi vantaggi dell'Al-

pinismo, gettava nel 1863 con Sella, Gastaldi, e St.-Robert la base del Club alpino italiano.

Nel 1868 compieva l'ascensione del Cervino, facendone lo spaccato geologico nel mentre stesso che per il primo ne determinava l'altitudine col barometro a mercurio.

Di ritorno dal Cervino, si recò nei monti veneti, e poi in Grecia nel duplice intento di conoscere i giacimenti piombiferi da poco attivati nell'Attica, e di rendersi conto della possibilità di una concorrenza nel commercio d'Oriente dei marmi greci, le cui antiche e classiche cave il Giordano non riconobbe idonee ad alimentare un commercio di qualche importanza.

Compiutasi l'unificazione politica del Regno, e data alla capitale la sua sede definitiva, il Giordano, attratto dai grandi problemi che si connettono all'avvenire di Roma, ne trattò maestrevolmente nel 1871 nel libro intitolato: « *Cenni sulle condizioni fisico-economiche di Roma e suo territorio* », nonchè in alcune memorie sulla costituzione geologica della campagna romana.

Intraprese nel 1872 per incarico del Governo un viaggio intorno al globo che durò più di 4 anni, percorrendo più di 17 mila chilometri per vie terrestri, e più di 100 mila chilometri per vie acquose; e questo viaggio ei fece a proprie spese, non avendo mai voluto riscuotere la somma di lire 10 000 a lui intitolata per « *Studi sulle condizioni delle industrie estere e del commercio internazionale* », la qual somma ritornava pertanto al Tesoro dopo essere stata trasportata per vari anni da un bilancio all'altro.

Dal 1876 in poi si dedicò di preferenza a dotare l'Italia di una carta geologica in grande scala, lottando con tenacità pari alla longanimità contro non pochi, nè lievi ostacoli, a cominciare dalla ristrettezza dei fondi. Ed ebbe la soddisfazione di vedere il lavoro a tal punto d'avanzamento da acquistare la certezza della prosecuzione e del compimento, sebbene presentisse di non potere pur troppo vedere egli stesso condotta a termine un'opera di tanta lena.

\*

*Relazioni speciali.* — Alla Relazione generale, la quale in questo anno porta per la prima volta la firma dell'Ispettore Lucio Mazzuoli, avendo il Pellati assunta la carica di Ispettore-capo, resasi vacante dalla morte del Giordano, fanno seguito, come al solito, le relazioni speciali degli ingegneri-capi preposti ai singoli distretti.

Oltre ai fatti di già riassunti nella Relazione generale, assai poco ci rimane a notare fra quelli locali di maggiore importanza.

\*

Nella Relazione per il distretto di Firenze il sig. ing. P. Toso ritorna sulla questione del giacimento cinabifero del Siele, che egli ritiene altro non sia se non una regolare spaccatura, riempita di cinabro ed argilla, formatasi in un banco di calcare marnoso. Questo giacimento diversifica dagli ordinari filoni, per il solo fatto che il minerale, all'atto di depositarsi, non fu accompagnato da ganga (quarzo, fluorina, barite, ecc.), ma semplicemente da soluzioni acide le quali intaccarono le rocce incassanti calcareo-marnose e specialmente il tetto, lasciando un deposito più o meno potente di argilla. La spaccatura subita dal calcare presentasi, al letto del giacimento, netta e ben definita e per quasi tutta la sua estensione il letto forma un bel liscione che lascia travedere come oltre alle fessure siavi pure stato uno scorrimento. In questo letto il cinabro sta talvolta disposto sotto forma di zone decrescenti per ricchezza dal letto al tetto; il letto presenta in qualche punto tasche irregolari riempite di minerale che si insinuò fra alcune fessure preesistenti. Il disporsi a zone del minerale trova facile spiegazione nella origine idrotermale di quel giacimento, stata così luminosamente dimostrata dalle analisi dell'ing. Mattiolo, ammettendo che soluzioni acide-cinabrifere siano penetrate attraverso una spaccatura formatasi nel banco, spaccatura che sarebbe stata successivamente allargata per effetto delle soluzioni stesse, le quali dovettero necessariamente attaccare di preferenza il cielo di essa, essendo il letto posto facilmente al riparo dell'azione corrosiva degli acidi dalle argille che vi si andavano man mano depositando.

L'ing. Toso riservasi di ritornare sull'argomento dopo che avrà potuto raccogliere sul luogo maggior numero di osservazioni. Ma gli

parve opportuno far cenno fin d'ora delle sue prime impressioni avute in una recente visita a quelle miniere, sembrandogli che ciò possa tornare utile agli indagatori del Monte Amiata i quali riuscirebbero a parer suo difficilmente nel loro intento seguitando le loro ricerche in base all'ipotesi finora ammessa, che cioè la mineralizzazione sia avvenuta lungo i piani di stratificazione dei banchi di calcare, mentre invece le esplorazioni potranno conseguire un esito favorevole se saranno condotte secondo i piani di rottura, i quali sono in quella regione sensibilmente diretti est-ovest, avvertendo che le rotture possono ripetersi più volte, parallelamente sullo stesso banco di calcare.

*Esperienze di carbonizzazione della lignite.* — Nella stessa Relazione si leggono interessanti notizie sui tentativi di utilizzazione della lignite della miniera del Casino, aumentandone il valore colla fabbricazione del carbone. La lignite del Casino essendo bruna, e contenendo tronchi di piante, di cui sono ancora visibili le fibre, dà un carbone il quale non differisce dal carbone vegetale che per essere più leggero e facile a ridarsi in polvere. Ma occorre trovare un forno che con poca spesa desse una buona carbonizzazione.

E fu costruito presso la miniera un forno detto Dromart, impiegato dall'autore nel Belgio per la carbonizzazione della torba, e nel quale la lignite si trova come in una enorme storta di 80 metri cubi, che viene riscaldata inferiormente e lateralmente, mentre i prodotti della distillazione andrebbero perduti nell'atmosfera. Naturalmente la carbonizzazione non potrebbe essere completa se l'aria in quantità adeguata non penetrasse nell'interno. Il focolare per il riscaldamento del forno restò acceso 7 giorni, bruciando al giorno due tonnellate di lignite scadente. Il rendimento in carbone fu di circa il 49 per cento. Da queste esperienze è risultato che possono essere carbonizzate soltanto quelle ligniti brune essenzialmente formate da grossi tronchi, di cui sieno ancora visibili le fibre legnose; si ottiene così un carbone molto leggero, essendo di essenze leggiere le piante da cui la lignite è formata. Invece le ligniti torbose-scistose non sono suscettibili di carbonizzazione perchè danno troppa cenere ed il carbone prodotto riducesi in polvere.

\*  
\* \*

Nella Relazione per il distretto di Genova l'ing. Lodovico Mazzetti riferisce che la lavorazione continuò attivamente nella *fonderia di piombo di Pertusola*, nella quale ebbe luogo l'installazione di due nuovi forni a tino, a pareti raffreddate e con sezione circolare costante del diametro di metri 1.92 per tutta l'altezza di 8 metri. Ogni forno di questo sistema dovuto al sig. Huntington, direttore della fonderia, permette di far passare nelle 24 ore sino a 150 tonnellate di letto di fusione.

A Pertusola si fusero nel 1892 circa 38 mila tonnellate di minerali diversi, dei quali 3000 provenienti dalla Grecia, e 2300 dall'America del Sud e dall'Australia. La produzione della fonderia, in piombo, argento ed oro, quest'ultimo però non separato nell'officina dall'argento di coppella, fu in sensibile aumento su quella corrispondente dell'anno precedente.

\*  
\* \*

Nella Relazione per il distretto di Milano, l'ingegnere V. Zoppi, dà un breve cenno di un'industria, nuova per il distretto, impiantata a Milano dalla ditta *Algrati e soci*, per la fabbricazione degli *agglomerati di carbon fossile*. Il minerale (che proviene dal bacino di Cardiff) viene introdotto in un classificatore a fori di 3 centimetri; quello più minuto attraversa la maglia del classificatore e viene incorporato colla pece (*brai*) preventivamente frantumata con un disintegratore a coltelli; la proporzione di pece è fissata da un apposito apparecchio dosatore. La miscela del carbone e della pece ha luogo in un mescolatore a palette, al quale fa seguito una vite d'Archimede, che distribuisce il materiale in un polverizzatore Carr; l'impasto, ridotto a polvere finissima, passa quindi al riscaldatore, ove ha luogo la liquefazione della pece mediante getto di vapore. Quest'apparecchio fa corpo colla macchina foggiatrice e da esso il materiale scende negli stampi. La macchina foggiatrice venne fornita dalla ditta Yeadon e C. di Middleton. Il riempimento degli stampi, la compressione e lo sformamento delle mattonelle sono ottenuti automaticamente; la pressione sviluppata per ognuna di esse è di 500 chilogrammi per cent. quadrato. La potenza-

lità dell'officina è di 60 tonnellate in 12 ore: la fabbricazione, in tutte le sue fasi è resa quasi indipendente dalla mano d'opera, che si limita a regolare l'andamento dei vari apparecchi.

La stessa Relazione espone interessanti ragguagli sull'aumento notevole della produzione del *petrolio* dovuto all'attivissima coltivazione della *miniera di Velleja*, dove si seguiva a scavare altri pozzi, e a preparare altri cantieri di trivellazione, mentre si prosegue il lavoro di estrazione dai pozzi più produttivi. Fra questi noteremo a mo' di esempio:

Il pozzo n. 12 che ripreso a 54 metri, e spinto sino a m. 66,60 incontrò una vena di petrolio che da 700 litri al giorno si ridusse a zero; ma ripresi i lavori e approfondato fino a 112 metri, dopo una serie continua di argille bianche o cinerine incontrò un nuovo orizzonte che fornì dapprima 1000 litri al giorno, accennando poi ad una lenta decrescenza;

Il pozzo n. 15, il primo tentato sulla via sinistra del Chero, iniziato il 18 dicembre 1891, e che due mesi dopo incontrava a 176 metri una ricca vena petrolifera, che diede nel primo giorno 14,000 litri, indi per tre settimane 1000 a 2000 litri al giorno, decrescendo poi rapidamente la produzione sino a ridursi insignificante; ripresi i lavori fu spinto il pozzo sino alla profondità di 225 metri, ma senza risultato;

Il pozzo n. 21 che si mantiene invece il più produttivo della miniera; raggiunto un primo orizzonte di poca entità a 97 metri, si spinse la perforazione sino a 165 e quivi si ottenne uno zampillo di petrolio accompagnato da potente getto di gas. Installata la pompa alla fine di settembre, si ebbe costantemente una produzione di 4000 litri al giorno.

\*  
\*  
\*

Nella Relazione per il distretto di *Roma*, l'ingegnere L. Demarchi fa rilevare che l'*acciaieria di Terni* perseverando nell'indirizzo preso di dedicarsi preferibilmente a prodotti di maggior valore e lavorazione, poté nel 1892 bilanciare la diminuzione del tonnellaggio. Al qual fine essa fece l'impianto di forni al crogiuolo ed intraprese la fabbricazione dei proiettili e dell'acciaio da utensili. Ne conseguì nell'ordine economico che per la prima volta dopo l'attivazione dello stabilimento cioè dal 1886, poté nel 1892 essere prelevata dagli utili una somma destinata agli azionisti, ai quali infatti furono distribuite lire 180 mila in ragione di lire 15 per ogni azione.

Invece le *condizioni edilizie di Roma* non sono migliorate neppure nel 1892, epperò hanno continuato ad essere poco soddisfacenti anche quelle delle cave e delle fornaci, aventi per obiettivo la fornitura alla capitale. Fortunatamente i prodotti di alcune fornaci trovarono sfogo lungo la nuova linea tramviaria in costruzione fra Roma e Viterbo, i cui lavori diedero anche un impulso abbastanza notevole nella estrazione di materiali da costruzione lungo il tracciato della linea, essendosi attuate parecchie importanti cave di lava, pozzolana, trachite, pietra calcarea, ecc.

\*  
\*  
\*

Nella Relazione speciale per il distretto di *Torino*, l'ing. A. Rovello ci dà alcuni interessanti ragguagli sulla coltivazione delle sabbie aurifere. L'oro che ricavasi dalle alluvioni dell'*Orba*, presso Casalcermelli, è disseminato entro strati di sabbia e ghiaia di circa 25 centimetri di altezza i quali si rinvennero a distanze variabili entro una zona di 5 metri di potenza. Nel 1892 la draga lavorò dal giugno all'ottobre con una spesa giornaliera di circa 200 lire, specialmente per trasferirsi dalla sponda destra alla sinistra dell'*Orba*.

Senonchè in causa della piena del 13 ottobre la draga rimase a secco, e si dovette sospendere il lavoro. Nullameno nell'anno si ottenne una produzione quasi sufficiente a pagare le spese di coltivazione.

La coltivazione delle sabbie aurifere del *Ticino* continuò attiva per tutto l'anno 1892 con lusinghieri risultati, tanto che per il venturo esercizio saranno istituite nuove draghe.

L'esistenza dell'oro in quantità conveniente verificandosi per plaghe isolate, la draga dopo aver scavato in una località ricca, si trova nello sterile, e deve procedere avanti verso quelle regioni in cui da preventivi saggi fatti col piatto è indicata l'esistenza dell'oro in quantità remuneratrice.

Per le sabbie aurifere dell'*Orco* il sig. Figée mise in assetto una sua draga differente nei particolari meccanici da quella del *Ticino*, ma

che raggiunge lo stesso fine. Essa ha 32 cucchiaini della capacità di 300 litri ciascuno, e ne passano 6 al minuto primo; lavora normalmente a metri 2,50 sott'acqua, ma può scavare a metri 8 di profondità se si abbassa il porta-cucchiaini. La materia scavata cade su una tavola prima di arrivare al crivello, disposizione che pare sia praticamente buona; dalla tavola la materia va al crivello che fa 80 oscillazioni al minuto primo sotto pioggia d'acqua. Il crivello lascia passare solamente la sabbia di mm. 4 di diametro. Lo sluice che le riceve ha 25 metri di lunghezza, è largo 3 metri, ed ha sponde di 25 a 30 centimetri di altezza. I canaletti trasversali, nei quali si arrestano per qualche tempo le sabbie e vi abbandonano le pagliuzze d'oro, hanno metri 0.10 di larghezza ed altrettanto di profondità. La pompa somministra 600 metri cubi d'acqua all'ora all'altezza di metri 6 dalla presa. Le spese della draga sono di lire 25,30 al giorno per mano d'opera, e di lire 50 di carbone per 12 ore di lavoro.

G. SACHERI.

## NOTIZIE

**La galleria del Turchino sulla linea Asti-Genova.** — Il 30 ottobre fu festeggiato l'abbattimento del nucleo che ancora rimaneva da perforare della grande galleria del Turchino, lunga metri 6427. Questa galleria che costituisce per intero il tronco Mele-Campoligure, viene la quarta per importanza in Italia, cioè subito dopo quelle del Freius, della succursale dei Giovi, e del Borgallo, sulla Parma-Spezia, d'imminente apertura all'esercizio.

Alla rottura dell'ultimo diaframma erano presenti i funzionari della Rete Mediterranea e le autorità di Genova.

Com'è noto, la galleria è l'opera più importante della linea Genova-Ovada-Asti, la cui costruzione doveva essere ultimata per il giugno del 1887 e che invece potrà essere condotta a termine con notevole anticipazione sull'epoca fissata dalla legge.

La galleria è costruita per doppio binario; è tutta in rettilineo con pendenza unica del 12 per mille.

I lavori della perforazione di questa galleria vennero iniziati il 15 ottobre 1889 con attacchi simultanei ai 2 sbocchi e colla perforazione del pozzo di Masone, situato circa a metà della galleria, e più precisamente a m. 3700 dall'imbocco Genova.

Si iniziò lo scavo ai due imbocchi con mezzi ordinari, e nel mese di ottobre dell'anno successivo si attivò la perforazione meccanica all'imbocco Sud presentando la galleria da quella parte una pendenza favorevole per lo scolo delle acque.

Alla stessa epoca, il Pozzo di Masone, avendo raggiunto la sua massima profondità di 75 metri, si incominciò dal medesimo lo scavo a mano in galleria dal lato Nord sussidiato da installazioni meccaniche dello stabilimento Larini, Nathan e C. per l'esaurimento delle acque, per l'estrazione delle materie e per la ventilazione.

Nel settembre 1891 si iniziò dal Pozzo stesso anche lo scavo del nucleo verso l'imbocco Sud, e da quell'epoca il lavoro procedette fino al termine da quattro attacchi.

Dal lato Sud, colla perforazione meccanica si scavarono 3270 m. in 1125 giorni, il che rappresenta una media di metri 2,90 al giorno, e la rimanente tratta di 3157 metri venne scavata a mano dagli altri tre attacchi in un periodo di 1490 giorni, con una media giornaliera di m. 0,90 per ogni attacco.

Per cui in totale la lunghezza di metri 6427 venne scavata in 1490 giorni con una media giornaliera di metri 4,30.

(*Monitore delle Strade Ferrate*).

**La prima tramvia elettrica a Milano.** — La Società generale italiana di elettricità sistema Edison ha ottenuto dall'Amministrazione comunale e dalle Autorità governative la concessione di applicare il nuovo sistema di trazione ad una delle linee di tramvie della città di Milano.

La linea, costruita interamente a doppio binario, parte da piazza del Duomo e, seguendo la via Mercanti, la via Dante, il foro Bonaparte, la via Vincenzo Monti e la via Mario Pagano, mette capo al corso Sempione, all'incrocio con via Canova.

La lunghezza della linea è di metri 3012; essa è interamente armata con ruotaie a gola del tipo Phoenix N. 14°, fornite dalla Casa Phoenix di Ruhrort e del peso di kg. 42,5 al metro corrente.

Gli scambi e gli incroci colle altre linee di tramvie furono forniti dalla Ditta Larini, Nathan e C. di Milano.

La linea è completamente piana: il raggio minimo delle curve è di m. 15.

A metà circa della linea, in via Vincenzo Monti, trovasi la rimessa delle carrozze, capace di 12 veicoli.

A detta rimessa mettono capo i conduttori elettrici di alimentazione

che partono dall'officina della Società posta in via G. B. Vico a metri 800 di distanza dalla rimessa.

In quest'officina, destinata principalmente al servizio d'illuminazione pubblica della città di Milano, s'impiantarono per azionare la tramvia elettrica, 2 motrici a vapore della forza di 200 cavalli effettivi, a condensazione, le quali comandano ciascuna mediante cigne una dinamo *Compound* a quattro poli da 100 chilowatt, a 500 volt funzionanti a 650 giri.

Le due dinamo sono del sistema Thomson-Houston tipo M P (ditta costruttrice la General Electric Co). Delle due motrici una esce dalle officine della Ditta F. Tosi e C. di Legnano e l'altra da quelle della Ditta Armington Sims di Providence. Un gruppo composto di una motrice e di una dinamo è più che sufficiente pel servizio della linea. L'altro gruppo è stato installato come riserva in caso di bisogno. L'officina generatrice contiene inoltre un quadro di distribuzione munito dei necessari istromenti di misura e di sicurezza. Un contatore di corrente elettrica misura l'energia elettrica fornita alla linea in guisa da permettere, alla fine d'ogni giornata, il computo preciso del lavoro speso, durante la giornata stessa, pel funzionamento delle carrozze.

Al servizio della linea sono per ora adibite 10 carrozze, delle quali 6 costruite dalla Ditta Felice Grondona e C. e 4 dalla Ditta Miani Silvestri e C. entrambe di Milano. Ogni carrozza può contenere 18 persone sedute e 16 persone in piedi sulle piattaforme.

Nell'interno delle carrozze e sulle due piattaforme trovansi dei bottoni elettrici, premendo i quali, per mezzo di apposite sonerie elettriche, i passeggeri possono avvertire il conduttore d'arrestare la carrozza.

Alla sera ogni carrozza è illuminata con 5 lampade elettriche, da 16 candele ciascuna, montate in serie sulla conduttura e con un fanale riflettore, agganciato al parapetto della piattaforma anteriore.

Ogni carrozza è munita di un motore elettrico del sistema Thomson-Houston, collocato sotto il pavimento della carrozza, il quale, per mezzo di una coppia di ruote dentate, trasmette il movimento ad uno degli assi della carrozza riducendone la velocità nel rapporto di 10/47.

Ogni motore elettrico è della forza di 15 cavalli; in caso di bisogno può sviluppare un lavoro di 30 e più cavalli senza soffrirne.

Il conduttore guida la carrozza per mezzo di tre manubri che vengono collocati sul parapetto della piattaforma anteriore. A sinistra trovansi un primo manubrio, l'inferiore, il quale si maneggia soltanto quando si desidera di invertire il senso del movimento della carrozza e quindi, normalmente, alla fine di ogni corsa. Il secondo manubrio di sinistra, posto superiormente al primo, permette al conduttore di regolare la velocità della corsa, mediante un reostato ordinario a strisciamento. Il manubrio di destra comanda un freno a mascalda. L'arresto della carrozza, anche se spinto a tutta corsa, può farsi in modo rapidissimo, girando il manubrio del freno, dopo aver tolto ogni comunicazione del motore colla corrente elettrica, oppure in modo quasi istantaneo, in casi di assoluta urgenza, invertendo, col primo manubrio inferiore di sinistra, il senso del movimento della carrozza.

La corrente elettrica prodotta dall'officina generatrice di via G. B. Vico, a 500 volt, e quindi ad una tensione non pericolosa per le persone, viene condotta alla rimessa di via Vincenzo Monti per mezzo di una treccia di rame isolata della sezione di 100 millimetri quadrati.

Lungo la linea, ed al disopra di ciascun binario, seguendo l'andamento di questo, è teso un filo di rame nudo del diametro di 8 millimetri il quale è messo in comunicazione, nel locale della rimessa, colla treccia di fili di rame proveniente dall'officina generatrice.

La corrente elettrica della linea è condotta al motore elettrico di ciascuna carrozza per mezzo della solita rotella di bronzo (*trolley*), portata da un'asta a snodo che è collocata sul tetto d'ogni carrozza. La corrente elettrica passa attraverso la rotella e l'asta metallica anzidette: arriva agli apparecchi regolatori che sono manovrati dal conduttore per mezzo dei due manubri, ai quali si accenna più sopra: entra nel motore elettrico, facendolo funzionare e quindi, passando attraverso alle ruote, si scarica sul binario.

Le rotaie di questo sono congiunte, con un filo di rame nudo, del diametro di 8 millimetri, il quale mette capo, come quello della linea aerea, nel locale della rimessa ed ivi è congiunto, con una treccia di fili di rame isolata, della sezione di 100 millimetri quadrati, alla dinamo dell'officina generatrice di via G. B. Vico.

Ogni carrozza è quindi assolutamente indipendente da quelle che la precedono o le stanno dietro. Essa, per mezzo della rotella di bronzo che striscia lungo il filo della linea, prende ad ogni istante da quello, come da un serbatoio mantenuto sempre colmo dalla dinamo della stazione generatrice, quella quantità precisa di corrente che, in quel dato istante, le è necessaria per mantenersi in movimento.

La produzione della corrente elettrica all'officina generatrice è regolata automaticamente in modo da corrispondere esattamente alla somma delle quantità di corrente, richieste in un dato istante dalle varie carrozze in movimento, in guisa che si può ritenere che, entro certi limiti, il consumo di combustibile sia proporzionale al numero delle carrozze in esercizio, a quello dei passeggeri, in una parola al traffico della linea. (L'industria).

## BIBLIOGRAFIA

**L'acquedotto De Ferrari-Galliera.** *Monografia dell'Ing. NICCOLÒ BRUNO.* — 1 vol. in 4° di pag. 374 ed 1 Atlante di 45 tavole in foglio. — Milano, U. Hoepli, 1893. — Prezzo lire 25.

Se la natura non accordò all'Italia miniere di litantrace, l'ha per contro grandemente favorita di copiose e potenti forze idrauliche. Ed ora che i progressi dell'elettricità hanno reso possibile e conveniente la trasmissione a distanza dell'energia elettrica, non che la trasformazione di questa in energia meccanica od in energia termica e viceversa, sarebbe per noi italiani trascuratezza e colpa non leggera se non rivolgessimo la mente ed il denaro ad utilizzare le forze gratuite che ci elargisce la natura, liberando la patria nostra da quel grande tributo che essa paga annualmente alle nazioni più ricche di carbon fossile.

Uno tra i primi, e certamente il più importante e completo esempio di utilizzazione, trasporto, e distribuzione di forza motrice è quello della *Società dell'Acquedotto De Ferrari-Galliera*.

La formazione di ampie raccolte d'acqua nella valle del Gorzente del Ligure Apennino (mediante tre grandiose dighe erette attraverso la valle, le maggiori che fino ad ora esistano in Italia e fra le più importanti erette nel secolo) offrì la possibilità di generare tre cadute ricevendone la forza in tre stazioni costruite all'estremo a valle, e di animare con funi metalliche il jufitico attivato nella Valle del Verde, e colla elettricità molteplici industrie di Valle Polcevera e di Genova.

Delle tre grandiose dighe la Monografia dell'ingegnere *Niccolò Bruno* fornisce il tipo con tutti i calcoli che ne giustificano la solidità, ne dà i particolari della struttura, e ne nota il costo.

È pure accuratamente descritta la galleria perforata nella roccia serpentina attraverso l'Apennino, la quale conduce l'acqua sul versante Sud sboccando dopo un percorso di m. 2302,78 alla quota di metri 621,20 sopra Genova. Qui vi hanno origine le condutture forzate dell'acqua in tubi di ghisa, con diametri interni di 500 e 600 millimetri, la cui lunghezza è complessivamente di chilometri 37,653.

All'acquedotto di servizio per la città di Genova fu assegnata una caduta di 253 metri sulla caduta totale di m. 620,20. Il resto si è utilizzato per animare le turbine, ciascuna della forza dinamica di 130 a 140 cavalli. La forza totale delle turbine è di 1360 cavalli; quella applicata ai motori elettrici oltrepassa i 1000 cavalli, e quella che può essere distribuita alle industrie è di 880 cavalli.

Nella Monografia è pure ampiamente descritto ne' suoi particolari il serbatoio di Porta Angeli in Genova, della capacità di 11280 metri cubi; ed il progetto di innalzamento meccanico dell'acqua (per mezzo di pompe e di motori elettrici) per distribuire l'acqua alle parti più elevate della città, le quali esigono una raccolta a 225 metri sul livello del mare; il progetto è accompagnato dai preventivi delle spese dell'impianto e dell'esercizio.

Molto interessante è la enumerazione in apposito capitolo di tutte le difficoltà incontrate per l'acquisto delle servitù attive di acquedotto, e di quelle di passaggio con condotte elettriche; poichè oltre al modo col quale si superarono le difficoltà stesse, vi si avverte pure la necessità di nuove disposizioni di legge, perchè gli stessi inconvenienti non abbiano a rinnovarsi in altre simili imprese.

Lasciando da parte le tredici controversie cogli assuntori dei lavori, e alcune vertenze coi proprietari di molini e terreni, ci troviamo dinanzi al capitolo delle spese occorse in tutte le opere, e ad una serie di tabelle di ragguaglio dei diversi capitoli di spese all'unità di misura.

Al 31 dicembre 1891 si erano spese 12.393.835 lire e rimanevano a spendersi in lavori di complemento 406.165 lire, donde il totale di 12 milioni ed 800 mila lire.

Fanno seguito le necessarie nozioni intorno all'esercizio, colle tariffe adottate per la distribuzione dell'acqua e della energia elettrica, e coi moduli per i contratti di cessioni o locazioni. Vi è pure un opportuno confronto coi prezzi di tariffa praticati per distribuzioni d'acqua nelle principali città d'Europa.

Sono allegati alla Monografia lo Statuto della Società, la relazione dell'analisi chimica e microscopica dell'acqua, ed un'Appendice di particolari sugli impianti elettrici per la somministrazione della forza motrice alle industrie di Valle Polcevera e di Genova.

Delle 45 tavole in foglio dell'Atlante alcune lasciano pur troppo a desiderare dal lato della chiarezza o nitidezza delle linee di progetto; ma ciò è solo dovuto a insufficienza della riproduzione fotografica. Ed è vero peccato poichè la Monografia e per la grande importanza dell'opera che descrive, e per la quantità e varietà delle notizie che offre, merita di essere accuratamente studiata da Ingegneri ed Industriali. Trattasi invero di una distribuzione d'acqua in servizio di una grande città e di una estesa popolazione, che presentò condizioni eccezionali e difficilissime, e di un grandioso impianto di distribuzione per via di forza motrice per mezzo dell'elettricità, imitabile esempio di utilizzazione di quelle forze idrauliche che possono aversi dai numerosi corsi d'acqua che scendono dai nostri monti.

G. SACHERI.