

L'INGEGNERIA CIVILE

SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI
E DEGLI INDUSTRIALI
TORINO

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.

COSTRUZIONI METALLICHE

DEL VALORE DEL COEFFICIENTE DI ELASTICITÀ
che corrisponde ai risultati effettivi
delle prove di resistenza di alcune travature in ferro
rettilinee ed a traliccio.

MEMORIA 2^a dell'Ing. G. B. BIADEGO.

(Veggansi le Tavole III e IV) (*)

Aggiungo nella presente altri risultati a quelli che ho offerto in una recente Memoria pubblicata nel n. 9, anno VIII, di questo medesimo periodico, ed in un volume pure edito recentemente sui ponti metallici della linea Udine-Pontebba. Lo scopo della medesima è chiaramente indicato dal titolo stesso. Come ho accennato nelle pubblicazioni succitate, ho instituito il calcolo con due metodi diversi; nell'uno, supponendo che la trave sia a sezione costante (sezione media) e non tenendo conto dell'influenza degli sforzi di taglio; nell'altro, considerando la trave, come è effettivamente, a sezione varia, e tenendo conto dell'influenza degli sforzi di taglio. Le formole adottate in quest'ultimo metodo sono quelle offerte dall'ingegnere Castigliano nel suo volume: *Théorie de l'équilibre des systèmes élastiques et ses applications*. Turin, 1879.

Ometto per brevità di riportare le formole le quali ho già addotte nelle due citate pubblicazioni, di cui la presente deve considerarsi come un'appendice o complemento.

Le travate che qui si prendono in esame furono costrutte per la linea Novara-Pino, e sono le seguenti:

1. Travata del ponte a tre luci sul fiume Ticino a Sesto Calende.
2. Travata del ponte in una luce sul fiume Tresa.
3. Travata del ponte in una luce sul fiume Giona.
4. Travata del ponte in una luce sul torrente Dirinella.

I risultati della prima meritano speciale osservazione essendo la campata centrale del ponte di m. 99,00 misurati da asse ad asse delle pile: ed il ponte medesimo essendo a due binarii, e dovendo servire in pari tempo al passaggio della Strada carrettiera del Sempione (tav. III).

I.

Ponte a 3 luci sul fiume Ticino a Sesto Calende.

Il ponte è a travata continua, colle travi principali rettilinee ed a parete verticale a traliccio. È a 2 binarii. Si unisce una sezione trasversale per dare un'idea della struttura. Si unisce pure un disegno d'insieme.

(*) Nel fascicolo di novembre dell'annata scorsa, dando brevi cenni della ferrovia Novara-Pino, inaugurata il 18 novembre, abbiamo chiamato l'attenzione degli Ingegneri sul ponte a tre travate sul Ticino, che è quello di maggiori aperture che esista in Italia.

Ed ora nell'occasione in cui l'egregio Ing. Biadego ci porge i risultati delle esperienze eseguite sulla flessione delle travate, e le deduzioni che dal confronto coi risultati di un calcolo razionale ne emergono, crediamo interessante dare pure in apposite tavole il disegno di insieme ed i particolari delle travate metalliche.

(Nota della Direzione).

Generalità:

Lunghezza della travata estrema.	m.	83.00
» » intermedia.	»	99.00
» » estrema.	»	83.00

Totale lunghezza m. 265.00

Luci:

$l_1=80.15$ m. $l_2=95.10$ m. $l_3=80.15$ m.

Momenti d'inerzia.

Valore del momento d'inerzia I corrispondente alle due anime di 1.000×16 mm. ai quattro cantonali di $130 \times 130 \times 16$ mm., e alla prima piattabanda di 1200×15 mm.; l'altezza della trave essendo di m. 11.00

$I_1=3.628\ 987$

Valore di I corrispondente alla sezione composta come la precedente, ma con 2 piattabande

$I_2=4.580\ 181$

Id. id. con 3 piattabande

$I_3=5.535\ 859$

Id. id. con 4 piattabande

$I_4=6.496\ 032$

Id. id. con 5 piattabande

$I_5=7.460\ 710$

Id. id. con 6 piattabande

$I_6=8.429\ 904$

Notisi che le altre piattabande, dopo la prima, hanno la sezione di 1200×13 mm.

Valori di G.

Valore di G corrispondente alla sezione indicata sopra, ma colle 2 prime piattabande

$G_2=0.430\ 558$

Id. id. colle 3 prime piattabande

$G_3=0.516\ 897$

Id. id. colle 4 prime piattabande

$G_4=0.603\ 438$

Sopracarichi.

1^a Prova. — Sopracarico massimo sulle travate estreme
 $p=4700$ Chg. a m. l. per una trave principale.

2^a Prova. — Sopracarico massimo sulla campata intermedia (centrale)

$p=4600$ Chg. a m. l. per una trave principale.

3^a Prova. — Sopracarico sulla 1^a e 2^a travata. Sopracarico massimo sulla prima, e minore sulla seconda

$p_1=4700$ Ch. a m. l. per un binario

$p_2=3400$ Ch. » »

4^a Prova. — Sopracarico sulla 1^a e 2^a travata. Sopracarico massimo sulla centrale e minore sulla laterale

$p_1=3600$ Ch. a m. l. per un binario

$p_2=4600$ Ch. » »

1. Calcolo di E corrispondente ai risultati della 1^a prova.

a) Sforzi di flessione. — Luci del ponte:

$$l_1=80.15 \text{ m.} \quad l_2=95.10 \text{ m.} \quad l_3=80.15 \text{ m.}$$

Valori di I:

$$I_1=3.628 \ 987 \text{ con 1 piattabanda}$$

$$I_2=4.580 \ 181 \text{ con 2 } \gg$$

$$I_3=5.535 \ 859 \text{ con 3 } \gg$$

$$I_4=4.580 \ 181 \text{ con 2 } \gg$$

$$I_5=5.535 \ 859 \text{ con 3 } \gg$$

$$I_6=6.496 \ 032 \text{ con 4 } \gg$$

$$I_7=7.460 \ 710 \text{ con 5 } \gg$$

$$I_8=8.429 \ 904 \text{ con 6 } \gg$$

Valori di a

$$a_1=16.37 \text{ m.} \quad a_2=20.45 \text{ m.}$$

$$\frac{l_2}{2}=40.075 \text{ m. (mezzaria)}$$

$$a_3=44.75 \text{ m.} \quad a_4=75.68 \text{ m.}$$

$$a_5=69.68 \gg \quad a_6=77.63 \gg$$

$$a_7=73.58 \gg \quad a_8=80.15 \gg \text{ (luce totale)}$$

Avvertasi che nel determinare i valori di a si è tenuto conto della diminuzione di lunghezza che le piattabande devono subire per la sottrazione delle porzioni che fanno l'ufficio di coprigiunti.

La stessa avvertenza ripetasi per la campata centrale.

Sopraccarico:

$$p_1=4700 \times 2=9400 \text{ Ch. per tutto il ponte}$$

$$p_2=p_3=0.$$

Momenti di flessione

$$m_0=0 \text{ (appoggio sulla spalla)}$$

$$m_1=3 \ 693 \ 824 \text{ Ch. (1^a pila)}$$

Valori diversi

$$\left(-\frac{m_1}{6l_1} + \frac{p_1 l_1}{12}\right) = 55 \ 103$$

$$-\frac{m_1}{4} - \frac{pl}{6} = -117 \ 887$$

$$\frac{p}{16} = 587.50$$

Valore di $\Delta_1 E$

$$\Delta_1 E = \frac{1}{2} \times \frac{681 \ 058 \ 029}{f}$$

ed essendo:

$$f=23.5 \text{ mm. (valore medio)}$$

si ha:

$$\Delta_1 E = \frac{28.98}{2} = 14.49 \times 10^9$$

b) Sforzi di taglio:

Valori di G

$$G_1=0.344 \ 050 \quad G_4=0.430 \ 558$$

$$G_3=0.430 \ 558 \quad G_5=0.516 \ 897$$

$$G_2=0.516 \ 897 \quad G_6=0.603 \ 438$$

Valori di Ω

$$\Omega_1=0.016 \ 336 \text{ mq.} \quad \Omega_4=0.013 \ 024 \text{ mq.}$$

$$\Omega_2=0.013 \ 024 \gg \quad \Omega_5=0.016 \ 336 \gg$$

$$\Omega_3=0.009 \ 600 \gg \quad \Omega_6=0.021 \ 164 \gg$$

Valori di b

$$b_1=7.10 \text{ m.} \quad b_2=19.10 \text{ m.}$$

$$\frac{l}{2}=40.075 \text{ (mezzaria)}$$

$$b_3=46.10 \text{ m.} \quad b_4=70.10 \text{ m.}$$

$$b_5=58.10 \gg \quad b_6=80.15 \gg$$

Valori di I

$$I_1=3.628 \ 987 \quad I_4=4.580 \ 181$$

$$I_2=4.580 \ 181 \quad I_5=5.535 \ 859$$

$$I_3=5.535 \ 859 \quad I_6=6.496 \ 032$$

Valori diversi

$$p_1=9400 \text{ Ch.} \quad p_2=p_3=0$$

$$l_1=80.15 \text{ m.}$$

$$d=3.00$$

$$\left(\frac{p_1 l_1}{4} - \frac{m_1}{2l}\right) = 165 \ 310$$

$$\frac{p}{4} = 2350$$

Valori di $\Delta_2 E$

$$\Delta_2 E = \frac{1}{2} \frac{199 \ 165 \ 372}{f}$$

ed essendo:

$$f=23.5 \text{ mm.}$$

$$\Delta_2 E = \frac{1}{2} \frac{199 \ 165 \ 372}{0,0235} = 4.235 \times 10^9$$

Valore di E risultante

$$E=14.49 + 4.24 = 18.73 \times 10^9$$

2. Calcolo di E corrispondente ai risultati della 2^a prova.

a) Sforzi di flessione

$$p_1=p_3=0$$

$$p_2=9200 \text{ Chg. per tutto il ponte}$$

$$m_0=m_1=4540 \ 825 \text{ Chg.}$$

$$l_2=95.10 \text{ m.}$$

$$\frac{M_0 + M_1}{4} = 2 \ 270 \ 410 \text{ Ch.}$$

$$\frac{pl}{6} = 145 \ 820; \quad \frac{p}{8} = 1150$$

Valori di I

$$I_1=8.429 \ 904 \quad I_4=5.535 \ 859$$

$$I_2=7.460 \ 710 \quad I_5=4.580 \ 181$$

$$I_3=6.496 \ 032 \quad I_6=5.535 \ 859$$

Valori di a

$$a_1=2.52 \text{ m.} \quad a_4=10.47 \text{ m.}$$

$$a_2=4.47 \gg \quad a_5=35.40 \gg$$

$$a_3=6.57 \gg \quad a_6=47.55 \gg$$

Valore di $\Delta_1 E$

$$\Delta_1 E = \frac{1}{2} \frac{916 \ 892 \ 980}{f}$$

ed essendo:

$$f=27.5 \text{ mm. (valor medio)}$$

$$\Delta_1 E = 16.67 \times 10^9$$

b) Sforzi di taglio:

Valori di Ω

$$\Omega_1=0.021 \ 164 \text{ mq.} \quad \Omega_3=0.013 \ 024 \text{ mq.}$$

$$\Omega_2=0.016 \ 336 \gg \quad \Omega_4=0.009 \ 600 \gg$$

Valori di I

$$I_1=6.496 \ 032 \quad I_3=4.580 \ 181$$

$$I_2=4.580 \ 181 \quad I_4=5.535 \ 859$$

Valori di G

$$G_1=0.603 \ 438 \quad G_3=0.430 \ 558$$

$$G_2=0.430 \ 558 \quad G_4=0.516 \ 897$$

Valori di b

$$b_1=10.05 \text{ m.} \quad b_3=34.05 \text{ m.}$$

$$b_2=22.05 \gg \quad b_4=\frac{l}{2}=47.55 \text{ m.}$$

Valori diversi

$$\frac{pl}{2} = 437\ 460 \text{ Ch.} \quad \frac{p}{2} = 4600 \text{ Ch.}$$

Valori di $\Delta_2 E$

$$\Delta_2 E = \frac{1}{2} \frac{258\ 602\ 570}{0.0275} 4.70 \times 10^9$$

Valore di E risultante

$$E = 16.67 + 4.70 = 21.37 \times 10^9$$

3. Calcolo di E corrispondente ai risultati della 3^a prova.1^a Travata. — Si omettono i dati che il presente calcolo ha comuni con quello già eseguito.

a) Sforzi di flessione

$$p_1 = 9400 \text{ Ch.} \quad p_2 = 6800 \text{ Ch.} \quad p_3 = 0$$

$$m_0 = 0 \quad m_1 = 7050\ 240 \text{ Ch.}$$

$$l = 80.15 \text{ m.}$$

$$-\frac{m_1}{6l_1} + \frac{p_1 l_1}{12} = 48\ 124$$

$$-\frac{m_1}{4} + \frac{p_1 l_1^2}{8} = 5\ 785\ 640$$

$$\frac{m_1}{6l_1} - \frac{p_1 l_1}{6} = -110\ 908$$

$$\frac{p}{16} = 587.50 \text{ Ch.}$$

quindi essendo:

$$f = 17 \text{ mm.}$$

$$\Delta_1 E = \frac{1}{2} \frac{442\ 392\ 475}{0.017} = 13.01 \times 10^9$$

b) Sforzi di taglio

$$p_1 = 9400 \text{ Ch.} \quad p_2 = 6800 \text{ Ch.}$$

$$l_1 = 80.15$$

$$m_1 = 7\ 050\ 240 \text{ Ch.}$$

$$\frac{p_1 l_1}{4} - \frac{m_1}{2l_1} = 144\ 370$$

$$\frac{p}{4} = 2350 \text{ Ch.}$$

Valore di $\Delta_2 E$

$$\Delta_2 E = \frac{1}{2} \frac{192\ 770\ 070}{0.017} = 5.67 \times 10^9$$

Valore totale di E

$$E = 13.01 + 5.67 = 18.68 \times 10^9$$

2^a Travata (centrale). — a) Sforzi di flessione

$$p_1 = 9400 \text{ Chg.} \quad p_2 = 6800 \text{ Chg.} \quad p_3 = 0$$

$$l_2 = 95.10 \text{ m.}$$

$$m_0 = 7\ 050\ 240 \text{ Ch.} \quad m_1 = 2\ 350\ 080 \text{ Ch.}$$

$$\left(\frac{m_0 + m_1}{4}\right) = -2\ 350\ 080$$

$$\frac{p_2 l_2}{6} = 107\ 780$$

$$\frac{p}{8} = 850 \text{ Ch.}$$

Valore di $\Delta_1 E$: essendo $f = 0.013 \text{ m.}$

$$\Delta_1 E = \frac{1}{2} \frac{375\ 158\ 900}{0.013} = 14.43 \times 10^9$$

b) Sforzi di taglio

$$p_1 = 9400 \text{ Chg.} \quad p_2 = 6800 \text{ Chg.} \quad p_3 = 0$$

$$\frac{p_2 l_2}{2} = 323\ 340$$

$$\frac{p}{2} = 3400$$

Valore di $\Delta_2 E$

$$\Delta_2 E = \frac{1}{2} \frac{191\ 141\ 030}{0.013} = 7.36 \times 10^9$$

Valore totale di E

$$E = 14.43 + 7.36 = 21.79 \times 10^9$$

4. Valore di E corrispondente ai risultati della 4^a prova.1^a Travata. — a) Sforzi di flessione

$$p_1 = 7200 \text{ Chg.} \quad p_2 = 9200 \text{ Ch.} \quad p_3 = 0$$

$$l_1 = 80.15 \text{ m.}$$

$$m_0 = 0 \quad m_1 = 7\ 370\ 140 \text{ Ch.}$$

$$-\frac{m_1}{6l_1} + \frac{p_1 l_1}{12} = 32764$$

$$-\frac{m_1}{4} + \frac{p_1 l_1^2}{8} = 3\ 939\ 060$$

$$\frac{m_1}{6l_1} - \frac{p_1 l_1}{6} = -80\ 854$$

$$\frac{p}{16} = 450 \text{ Chg.}$$

Valore di $\Delta_1 E$: essendo $f = 0.0085 \text{ m.}$

$$\Delta_1 E = \frac{1}{2} \frac{180\ 211\ 620}{0.0085} = 10.06 \times 10^9$$

b) Sforzi di taglio

$$p_1 = 7200 \text{ Chg.} \quad p_2 = 9200 \text{ Chg.} \quad p_3 = 0$$

$$l = 80.15 \text{ m.}$$

$$m_1 = 7\ 370\ 240$$

$$\frac{p_1 l_1}{4} - \frac{m_1}{2l_1} = 98\ 292$$

$$\frac{p}{4} = 1800 \text{ Ch.}$$

Valore di $\Delta_2 E$

$$\Delta_2 E = \frac{1}{2} \frac{143\ 893\ 152}{0.085} = 8.46 \times 10^9$$

Valore di E risultante

$$E = 10.06 + 8.46 = 18.52 \times 10^9$$

2^a Travata. — a) Sforzi di flessione

$$p_1 = 7200 \text{ Chg.} \quad p_2 = 9200 \text{ Chg.} \quad p_3 = 0$$

$$l_2 = 95.10 \text{ m.}$$

$$m_0 = 7\ 370\ 140 \text{ Ch.} \quad m_1 = 3\ 770\ 368 \text{ Ch.}$$

$$\frac{m_0 + m_1}{4} = 2\ 785\ 124$$

$$\frac{p_2 l_2}{6} = 145\ 820$$

$$\frac{p}{8} = 1150$$

Valore di $\Delta_1 E$: essendo $f = 21.50 \text{ mm.}$

$$\Delta_1 E = \frac{1}{2} \frac{681\ 521\ 200}{0.0215} = 15.85 \times 10^9$$

b) Sforzi di taglio

$$p_2 = 9200 \text{ Chg.} \quad \frac{p_2 l_2}{2} = 437\ 460 \quad \frac{p}{2} = 4600 \text{ Chg.}$$

Valore di $\Delta_2 E$

$$\Delta_2 E = \frac{1}{2} \frac{258\ 607\ 170}{0.0215} = 6.02 \times 10^9$$

Valore di E risultante

$$E = 15.85 + 6.02 = 21.87 \times 10^9$$

Riassunto. — Nel quadro seguente, ultima colonna, si riassumono i valori di sopra trovati di E:

N.º prog.	INDICAZIONE DELLA TRAVATA	Valore di E	Valore di E
		(approssimato)	(rigoroso)
		miliardi	miliardi
1	Campata estrema (1ª prova)	15,30	18,73
2	Campata centrale (2ª prova)	15,98	21,37
3	Campata estrema (3ª prova)	13,15	18,68
	» intermedia »	13,97	21,79
4	Campata estrema (4ª prova)	10,80	18,52
	» intermedia »	15,35	21,87

È da osservarsi in questo quadro, come i valori rigorosi di E, sieno per le travate estreme inferiori di circa 3 miliardi a quelli della travata intermedia.

Il rapporto fra la porzione del valore di E dovuta agli sforzi di taglio e quella corrispondente agli sforzi di taglio ha nei vari casi il valore seguente:

1ª Prova (campata estrema)

$$n = \frac{\Delta_2 E}{\Delta_1 E} = \frac{4.24}{14.49} = \frac{1}{3.4}$$

2ª Prova (campata centrale)

$$n = \frac{\Delta_2 E}{\Delta_1 E} = \frac{4.70}{16.67} = \frac{1}{3.5}$$

3ª Prova (campata estrema)

$$n = \frac{5.67}{13.01} = \frac{1}{2.3}$$

3ª Prova (campata centrale)

$$n = \frac{7.36}{14.43} = \frac{1}{1.96}$$

4ª Prova (campata estrema)

$$n = \frac{8.46}{10.06} = \frac{1}{1.2}$$

4ª Prova (campata centrale)

$$n = \frac{6.02}{15.85} = \frac{1}{2.63}$$

Si vede dunque come questi valori oscillino fra $\frac{1}{2}$ e $\frac{1}{3.5}$;

Qualche volta si ascende fino a $\frac{1}{1.2}$. Si scorge pure, esaminando i risultati precedenti, come sul valore del rapporto n abbia una influenza il rapporto tra i valori dei sopracarichi.

Anche da questi risultati riescono confermate le conclusioni a cui ero venuto nella Memoria citata in principio. Si verifica anche qui che la travata essendo di grandi dimensioni, il valore di E per la campata centrale si mantiene al disopra dei 20 miliardi.

II.

Ponti ad una sola luce.

1. — Ponte sul fiume Giona.

Luce 41.70 m.

a) Sforzi di flessione:

Sopracarico $p = 4440$ Chg. a metro lineare di ponte.

Valore di I

$$I_1 = 0.247\ 610 \quad I_3 = 0.381\ 560$$

$$I_2 = 0.314\ 310 \quad I_4 = 0.449\ 400$$

La sezione massima delle travi principali si compone di un'anima di 500×12 mm., di due cantonali di $120 \times 120 \times 15$ mm. e di 4 piattabande di 350×12 .

Valori di a

$$a_1 = 4.97 \text{ m.} \quad a_3 = 11.29 \text{ m.}$$

$$a_2 = 9.71 \text{ m.} \quad a_4 = 20.85 \text{ m.}$$

$$p = 2220 \text{ Ch.} \quad l = 41.70 \text{ m.}$$

$$\frac{pl}{6} = 15429 \quad \frac{p}{8} = 277.50$$

Valore di $\Delta_1 E$ essendo $f = 0,0158$ m.

$$\Delta_1 E = \frac{209\ 395\ 950}{0.0158} = 13.26 \times 10^8$$

b) Sforzi di taglio:

Valori di G

$$G_1 = 0.04\ 57\ 44 \quad G_3 = 0.06\ 94\ 65$$

$$G_2 = 0.05\ 75\ 78 \quad G_4 = 0.08\ 14\ 00$$

Valori di Ω

$$\Omega_1 = 0.00\ 31\ 64 \text{ m. q.} \quad \Omega_3 = 0.00\ 20\ 16 \text{ m. q.}$$

$$\Omega_2 = 0.00\ 24\ 96 \text{ m. q.} \quad \Omega_4 = 0.00\ 15\ 00 \text{ m. q.}$$

$$\frac{pl}{2} = 46\ 287 \text{ Ch.} \quad \frac{p}{2} = 1140 \text{ Ch.}$$

Valori di b

$$b_1 = 4.35 \text{ m.} \quad b_3 = 16.35 \text{ m.}$$

$$b_2 = 10.35 \text{ m.} \quad b_4 = 20.85 \text{ m.}$$

Valori di $\Delta_2 E$

$$\Delta_2 E = \frac{76\ 076\ 070}{0.0158} = 4.81 \times 10^8$$

Valore di E risultante

$$E = 13.26 + 4.81 = 18.07 \times 10^8$$

2. — Ponte sul fiume Tresa.

Luce 45.40 m. tra gli appoggi delle travi.

a) Sforzi di flessione:

Sopracarico $p = \frac{4300}{2}$ Chg. $l = 45.40$ m.

$$\frac{pl}{6} = 16\ 268 \quad \frac{p}{8} = 268.75 \text{ Ch.}$$

Valori di I

$$I_1 = 0.219\ 360 \quad I_3 = 0.365\ 290$$

$$I_2 = 0.292\ 090 \quad I_4 = 0.438\ 990$$

Si nota che la sezione massima della trave è costituita da un'anima di 500×10 mm., da due cantonali di $\frac{90 \times 90}{12}$ e da 4 piattabande di $400 - 10$.

Valori di a

$$a_1 = 7.30 \text{ m.} \quad a_3 = 13.70 \text{ m.}$$

$$a_2 = 10.70 \text{ m.} \quad a_4 = 22.70 \text{ m.}$$

Valore di $\Delta_1 E$

$$\Delta_1 E = \frac{303\ 431\ 363}{0.0174} = 17.40 \times 10^8$$

b) Sforzi di taglio:

Valori di Ω

$$\Omega_1 = 0.00\ 31\ 64 \text{ m. q.} \quad \Omega_3 = 0.00\ 18\ 59 \text{ m. q.}$$

$$\Omega_2 = 0.00\ 24\ 31 \text{ m. q.} \quad \Omega_4 = 0.00\ 11\ 79 \text{ m. q.}$$

Valori di G

$$G_1 = 0.03\ 77\ 59 \quad G_3 = 0.06\ 19\ 19$$

$$G_2 = 0.04\ 98\ 19 \quad G_4 = 0.07\ 40\ 59$$

Valori di b

$$b_1 = 6.20 \text{ m.} \quad b_3 = 18.20 \text{ m.}$$

$$b_2 = 12.20 \text{ m.} \quad b_4 = 22.70 \text{ m.}$$

$$d = 1.50 \quad p = 2150 \text{ Ch.}$$

$$\frac{pl}{2} = 48\ 805 \quad \frac{p}{2} = 1075 \text{ Ch.}$$

Valori di $\Delta_1 E$

$$\Delta_1 E = \frac{80\ 999\ 530}{6.0174} = 4.65 \times 10^9$$

Valore di E risultante

$$E = 17.40 + 4.65 = 22.05 \times 10^9$$

Per una travata di 45.40 m. di luce, questo valore è certo alquanto elevato. Ma bisogna notare che la travata è molto alta; il rapporto tra l'altezza della trave di 6.00 m. e la luce eguale a m. 45.40 è $n = \frac{1}{7.5}$. Di più la travatura è anche costrutta con molta accuratezza.

3. — Ponte sul torrente Dirinella.

Luce 20.20 m.

a) Sforzi di flessione:

Sopracarico $p = 2660$ Chg. a m. l. di trave

$$\frac{pl}{6} = 8955 \quad \frac{p}{8} = 332.5$$

Valori di I

$$\begin{aligned} I_1 &= 0.029\ 300 \\ I_2 &= 0.038\ 497 \\ I_3 &= 0.047\ 710 \end{aligned}$$

Si nota che la $\frac{1}{2}$ sezione massima della trave trovasi costituita da un'anima di 350×10 mm., da 2 cantonali di $90 \times 90 \times 12$ e da 3 piattabande di 320×9 mm.

Valori di a

$$\begin{aligned} a_1 &= 4.10 \text{ m.} \\ a_2 &= 6.00 \text{ m.} \\ a_3 &= \frac{l}{2} = 16.10 \text{ m.} \end{aligned}$$

Valori di $\Delta_1 E$: essendo

$$f = 0.008 \text{ m.}$$

$$\Delta_1 E = \frac{133\ 174\ 000}{0.008} = 10.64 \times 10^9$$

b) Sforzi di taglio:

Valori di Ω

$$\begin{aligned} \Omega_1 &= 0.00\ 20\ 16 \text{ m. q.} \\ \Omega_2 &= 0.00\ 15\ 00 \text{ m. q.} \\ \Omega_3 &= 0.00\ 09\ 99 \text{ m. q.} \end{aligned}$$

Valori di G

$$\begin{aligned} G_1 &= 0.012\ 307 \\ G_2 &= 0.015\ 947 \\ G_3 &= 0.019\ 612 \end{aligned}$$

Valori di b

$$\begin{aligned} b_1 &= 3.80 \text{ m.} \\ b_2 &= 7.14 \text{ m.} \\ b_3 &= 10.10 \text{ m.} \end{aligned}$$

Valori diversi

$$p = 2660 \text{ Ch.} \quad \frac{pl}{2} = 26\ 866$$

$$\frac{p}{2} = 1330 \text{ Ch.} \quad d = 0.840 \text{ m.}$$

Valore di $\Delta_2 E$

$$\Delta_2 E = \frac{40\ 143\ 390}{0.008} = 5.01 \times 10^9$$

Valore di E risultante

$$E = 16.64 + 5.01 = 21.65 \times 10^9$$

I quali risultati riassumonsi nel seguente quadro:

N° progr.	INDICAZIONE DEL PONTE	Luce	Valore di E (approssimato)	Valore di E (rigoroso)	Osservazioni
		m.	miliardi	miliardi	
1	Ponte sul Giona	41,70	15,14	18,07	A controventi superiori.
2	Ponte sul Tresa	45,40	20,31	22,05	A controventi superiori.
3	Ponte sul Dirinella	20,20	18,75	21,65	Con montanti inclinati costituiti da ferri ad angolo.

Si osserva in questo quadro che i risultati sono buoni per tutti e tre i ponti, i quali hanno tutti il traliccio costituito da soli ferri rigidi.

Il ponte sul Tresa ha non solo il traliccio costituito tutto di ferri rigidi (ferri ad angolo), ma la trave è alta m. 6.00, il che dà, come si è detto, il rapporto $\frac{h}{l} = \frac{1}{7.5}$.

Questa circostanza unita all'altra dell'ottima costruzione dà forse la ragione del risultato ottenuto di un valore di E tanto elevato.

Il ponte sul Dirinella non ha controventi superiori; ma per compenso, avendo anch'esso il traliccio costituito tutto di ferri angolari, ha dei montanti in ferro ad angolo inclinati, i quali collegano il longone superiore delle travi principali coi traversoni. Il risultato ottenuto indicherebbe dunque che questo è un buon tipo di travatura.

E ciò è confermato anche dai valori di E ottenuti nei ponti Resia (travata centrale $E = 20.57 \times 10^9$), Lavaz $E = 19.10 \times 10^9$) i quali hanno le travature del medesimo tipo del Dirinella. (Veggasi la Memoria citata di sopra e il volume sui ponti in ferro della linea Pontebbana che contiene una descrizione di queste travature).

Deduciamo per ultimo i valori del rapporto di $\frac{\Delta_1 E}{\Delta_2 E}$.

1. — Ponte sul Giona.

$$\frac{\Delta_1 E}{\Delta_2 E} = \frac{4.81}{13.26} = \frac{1}{2.76}$$

2. — Ponte sul Tresa.

$$\frac{\Delta_1 E}{\Delta_2 E} = \frac{4.65}{17.40} = \frac{1}{3.74}$$

3. — Ponte sul Dirinella.

$$\frac{\Delta_1 E}{\Delta_2 E} = \frac{5.01}{16.64} = \frac{1}{3.32}$$

I quali valori concordano con quelli trovati nella Memoria citata nei ponti pontebbanani.

III.

Siccome nei quadri sopra citati sono pure indicati i valori di E desunti col metodo ordinariamente seguito, e nel quale non si tien conto nè della variabilità della sezione resistente, nè dell'influenza degli sforzi di taglio, così do pur qui di seguito il calcolo di ciascuno di questi valori.

Ponte sul fiume Ticino.

1ª Prova. — Carico su una travata estrema.

$$p = 9400 \text{ Chg.} \quad l = 80.15 \text{ m.}$$

I = 4.963 400 (valor medio)

$$m_n = 0 \quad m_{n+1} = 3\ 693\ 824$$

$$f = 0.0235 \text{ m.}$$

Valore di E

$$E = \frac{1\ 71\ 885\ 600}{2 f} = 15.30 \times 10^9$$

2^a Prova. — Carico sulla travata centrale.

$$p = 9200 \text{ Chg.} \quad l = 95.10 \text{ m.}$$

$$m_n = 4 \ 540 \ 825 \quad m_{n+1} = 4 \ 540 \ 825$$

$$I = 5.309 \ 500 \text{ (valor medio)}$$

$$f = 0.0275 \text{ m.}$$

Valore di E

$$E = \frac{1 \ 878 \ 600 \ 000}{2 \ f} = 15.98 \times 10^9$$

3^a Prova. — Carico sulla 1^a e 2^a travata, essendo:

$$p_1 = 7200 \text{ Ch. (1^a Travata)}$$

$$p_2 = 9200 \text{ Ch. (2^a Travata)}$$

$$l_1 = 80.15 \text{ m.} \quad l_2 = 95.10 \text{ m.}$$

1^a Travata

Valor medio di I

$$I = 4.963 \ 400$$

$$m_0 = 0 \quad m_1 = 7 \ 370 \ 140$$

$$f = 0.085 \text{ m.}$$

Valore di E

$$E = \frac{1 \ 183 \ 330 \ 000}{2 \ 0.0085} = 10.80 \times 10^9$$

2^a Travata

Valor medio di I

$$I = 5,309 \ 500$$

$$m_0 = 7 \ 370 \ 140 \quad m_1 = 3 \ 770 \ 370$$

$$f = 0.0215 \text{ m.}$$

Valore di E

$$E = \frac{1 \ 660 \ 000 \ 000}{2 \ 0.0215} = 15.35 \times 10^9$$

4^a Prova. — Carico sulla 1^a e 2^a travata, essendo:

$$p_1 = 9400 \text{ Ch. (1^a Travata)}$$

$$p_2 = 6800 \text{ Ch. (2^a Travata)}$$

$$l_1 = 80.15 \text{ m.} \quad l_2 = 95.10 \text{ m.}$$

1^a Travata

I = 4 963 400 (valor medio)

$$m_0 = 0 \quad m_1 = 7 \ 050 \ 240$$

$$f = 0.017$$

Valore di E

$$E = \frac{1 \ 447 \ 000 \ 000}{2 \ 0.017} = 13.15 \times 10^9$$

2^a Travata

Valor medio di I

$$I = 5.309 \ 500$$

$$m_0 = 7 \ 050 \ 240 \quad m_1 = 2 \ 350 \ 080$$

$$f = 0.013$$

Valore di E

$$E = \frac{1 \ 363 \ 200 \ 000}{2 \ 0.013} = 13.97 \times 10^9$$

Ponti ad una luce.

1. — Ponte sul torrente Giona.

$$l = 41.70 \text{ m.} \quad p = 2220 \text{ Chg.}$$

I = 0.365 400 (valor medio)

$$f = 0.0158$$

Valore di E

$$E = \frac{239 \ 200 \ 000}{f} = 15.14 \times 10^9$$

2. — Ponte sul fiume Tresa.

$$l = 45.40 \text{ m.} \quad p = 2150 \text{ Chg.}$$

I = 0.336 600 (valor medio)

$$f = 0.0174 \text{ m.}$$

Valore di E

$$E = \frac{353 \ 340 \ 000}{f} = 20.31 \times 10^9$$

Si noti che anche con questo metodo il valore di E pel Tresa risulta elevato.

3. — Ponte sul torrente Dirinella.

$$l = 20.20 \text{ m.} \quad p = 2660 \text{ Chg.}$$

I = 0.038 500 (valor medio)

$$f = 0.008 \text{ m.}$$

$$E = \frac{150 \ 000 \ 000}{f} = 18.75 \times 10^9$$

Questo metodo concorda coll'altro per ciò che indica che la travata del Dirinella appartiene ad un ottimo tipo di travatura.

Notiamo questo senza attribuire a tale concordanza di risultati un valore assoluto.

Il metodo ordinario, come lo abbiamo provato già, e come i presenti risultati lo dimostrano ancor una volta, non è da adottarsi nel calcolare il valore di E. I risultati che offre sono troppo discordi, qualche volta irrazionali, poichè si dà il caso di ottenere valori di E eguali a circa 10 miliardi per travate rigidissime, come qui avviene per quella del ponte sul Ticino (V. il risultato per la 3^a prova).

Invece i risultati che si ottengono colle formole esatte, presentano una certa uniformità e sono sempre razionali, e non è raro il caso, come si verifica, p. es., pel Dirinella, che accennino ad un qualche pregio speciale della costruzione.

La miglior forma della costruzione è certo quella in cui si utilizza al massimo grado la resistenza di tutte le parti eguali, e con questo carattere i valori di E desunti col metodo razionale hanno un nesso intimo e necessario.

Arona, li 10 febbraio 1883.

G. B. BIADego.

IDRAULICA PRATICA

SUI RISULTATI PRATICI DI VARIE MACCHINE
IDROFORE APPLICATE IN OLANDA.

APPUNTI dell'Ingegnere GIOVANNI CUPPARI.

(Veggansi le Tavole XV e XVI del 1882).

VII.

Bullewijken-polder.

Di questo polder assai basso (appartenente alla classe delle *droogmakerijen*) situato a piccola distanza da *Amsterdam*, giova parlare perchè è fra i pochi dove sieno state fatte delle esperienze precise sulle centrifughe. Sono state eseguite dall'ingegnere *Elink Sterk*, da un uomo di molta dottrina teorica e pratica, scrupolosissimo sperimentatore. Mi ha trasmesso con lettera dell'agosto u. s. le notizie seguenti:

Dimensioni di una centrifuga, col suo motore, della casa J. e H. Gwynne.

Diametro del cilindro del vapore	m. 0,508
Corsa	» 0,457
Diametro del disco della centrifuga	» 1,524
Larghezza delle palmette alla periferia	» 0,137
Angolo delle medesime alla periferia	» 0,17°
» » » all'asse	» 0,90°
Diametro dei tubi di aspirazione e di cacciata	» 0,762
Costo della motrice, della centrifuga e	
di una caldaia (superficie riscaldata) m. q. 69 fiorini	25,850
Costo di una seconda caldaia di riserva	» 5,667

TOTALE fiorini 31,517

TABELLA N. 8. — Dati relativi a diversi impianti di centrifughe.

Luogo ove trovansi l'impianto	Data dello impianto	Casa costruttrice	D m	H m	Q m. c. al l'	N	d m	c	k	a	Consumo di combustibile per ora e cavallo v. in acqua innalzata Osservazioni
Ferrara. Codigoro 8 centrifughe	1874	J. e H. Gwynne (Londra)	1.52	2.60	150	130	1.37	0.33	0.30	1.45	Secondo il contratto sarebbe stato Q = 225 quindi k = 0.27; c = 0.30
Legmeer 2 centrifughe	1875	»	1.40	4.50	75	168	0.95	0.50	0.34	1.31	$\gamma = 3.20$
Amstelveensche polder. 2 centrifughe	1879	»	1.52	6.00	25	160	0.51	1.00	0.33	1.17	
Tempel polder 1 centrifuga	1877	»	1.52	3.08	21	140	0.40	0.92	0.24	1.43	Esperienze fatte da me con scarsi mezzi di osservazione. Sarebbe risultato $\gamma = 3.90$
Zuidplas 4 centrifughe	1876	Gwynne e C ^o (Londra)	1.90	3.90	74	1.02	0.91	0.65	0.31	1.16	$\gamma = 3.40$
Beemster 2 centrifughe	1878	»	2.28	4.50	75	95	0.96	0.81	0.34	1.20	$\gamma = 3.2$
Purmer 2 centrifughe	1878	Brodnitz e Seydel (Berlino)	1.45	3.66	95	133	0.92	0.43	0.28	1.19	γ affermarsi = 2,6 Non controllata
Duiveland 2 centrifughe	1879	Prins van Oranje (L'Aja)	2.00	2.00	67.5	85	0.90	0.61	0.28	1.42	Prevalenza N γ 1.00 75 3.0 2.00 85 4.0 3.00 96 5
Bullewijker polder	1881	J. e H. Gwynne	1.52	4.51	61	135	0.762	0.60	0.30	1,14	Secondo le esperienze dell'ingegnere <i>Elink Sterk</i> $\gamma = 2.37$

D. Diametro del disco. — H. Prevalenza. — Q. Portata in m. c. al minuto primo. — N. Numero di giri id. id. — d. Diametro del tubo di scarico. — V. Velocità alla periferia del disco. — γ . Consumo di carbon fossile all'ora e per cavallo vapore misurato in acqua innalzata.

$$D = c \sqrt{\frac{Q}{V \cdot 2gH}} \quad d = K \sqrt{\frac{Q}{V \cdot 2gH}} \quad V = a \sqrt{2gH}$$

N. B. I consumi indicati per gli stabilimenti olandesi si riferiscono a carbon fossile di *Ruhr*. Nessuna delle motrici degli edifizii olandesi indicati è del tipo *compound*.

Sono esclusi il costo della montatura e quello dei tubi di aspirazione e di cacciata.

Osservazioni sul consumo di combustibile.

Prevalenza da m. 4,36 a 4,67
Portata al l'': massima m.c. 1,184
» » minima » 0,920
» » media. » 1,018

Effetto utile medio c. v. 62,219.

Consumo di carbone di Vesfalia chilog. 879, per la durata dell'esperienza, ore $6 \frac{1}{20}$.

Quindi all'ora e al c. v. chilog. 2,37;
Velocità da giri 134,4 a 136,5;
Pressione in caldaia 66 a 76 libbre inglesi.

Esperimenti coll'indicatore.

Pressione in caldaia, libbre 71;
Introduzione: dal 10 al 14 0/0;

Vuoto nel condensatore, pollici $25 \frac{1}{2}$;

Giri al l', 135,8;
Cavalli indicati, 117,7;
Portata al l'': da m. c. 1,143 a m. c. 1,151;
Prevalenza, m. 4,42;
Effetto utile da c. v. 68,57 a 69,07;

Rapporto di questo al lavoro indicato, da 0,583 a 0,587.
A valori così elevati non si era giunti in addietro. La tabella 5 che dà le esperienze analoghe per lo *Zuidplas* contiene risultati più sfavorevoli e molto variabili.

Nelle esperienze del *Bullewijker-polder*, l'acqua è stata misurata in modo esattissimo, quale è difficile per un grande impianto. L'ingegnere *Elink Sterk* usò uno stramazzo, di cui aveva prima determinato il coefficiente.

I risultati sono di tanto più soddisfacenti in quanto la lunghezza dei tubi di aspirazione e di cacciata era insolitamente grande; nientemeno che m. 15 e 26 rispettivamente. Questi tubi non hanno diametro costante, ma leggermente allargantesi a partire dalla pompa.

È un fatto che dalle proporzioni assegnate parecchi anni

or sono alle pompe di Codigoro (notisi che il diametro dei dischi di queste è eguale a quello della precedente, 5 piedi inglesi) grande è il divario. Per metterlo in discreta luce ho riunito dagli appunti miei i dati di parecchi impianti e ho composto la tabella n. 8. In essa ho notato i valori dei coefficienti che appaiono nelle note formole del *Fink* (1) che mi sono parsi adatti a formare un'idea delle proporzioni costruttive espresse in funzione della portata, della prevalenza e della velocità. Mi duole di non avere potuto aggiungere due altre colonne per le larghezze del disco alla periferia e verso l'asse. Anche di questi elementi va tenuto conto, naturalmente; ma non mi riuscì raccogliere questi dati che in quei pochissimi casi ove trovavansi dischi di ricambio.

Le pompe centrifughe hanno in Italia molti oppositori in conseguenza della prova fatta a Codigoro. Mi sembra che sia dovere di imparzialità il notare il progresso che hanno fatto nell'ultimo tempo e che ha persuaso fino gli Olandesi, restii alle novità di non provata eccellenza.

Con ciò non voglio dire che sieno le migliori macchine. Non esiste macchina alcuna (2) che sia assolutamente la migliore.

In molte circostanze vari tipi possono essere egualmente buoni; in altre alcuni vanno esclusi, o almeno ritenuti inferiori. Intendo dire che le centrifughe possono essere in certi casi buone macchine come lo sono le ruote a schiaffo in altri; e ciò senza togliere nulla al meritato credito in cui sono ritenute queste. Reputo anzi sia una fortuna il poterle applicare, e ciò per altri motivi.

Nella scelta poi non devesi badare solo all'effetto della macchina elevatoria, ma anche alle spese dell'impianto sia delle macchine, sia del fabbricato, alla durata, alla eventualità e facilità delle riparazioni, alla possibilità di ribassare il livello normale delle acque interne e a tante altre circostanze variabili che vanno tutte pesate. Ma basti di questo per ora.

La tabella 8 può anche essere utile, se non erro, per chi debba progettare le dimensioni principali di pompe centrifughe.

VIII.

Canale del mare del Nord.

Per regolare il livello di questo canale, che riceve le acque di amplissimi *boezems* e quelle dei *polders*, creati sull'antico fondo dell'Y, la *Compagnia del Canale* ha dovuto impiantare diversi edifici idrofori, primo fra i quali quello di *Schellingwoude*, presso Amsterdam.

Una particolarità di questi edifici è l'applicazione delle turbine elevatorie, o pompe *Appold* ad asse verticale, nel Veneto dette *turbini*.

In una cassa a pareti di ghisa, gira un tamburo munito di dodici palmette, calettato all'albero verticale o palo, che è sospeso in alto e che gira con esso. Il tamburo girante è tutto al disotto del pelo magrissimo delle acque interne. La cassa di ghisa, fissata ai muri e tenuta salda da travature robuste, stabilisce la comunicazione fra l'acqua esterna e l'interna.

La seconda ha accesso alla parte centrale del tamburo, nella periferia interna delle palmette, per due vie, di sotto e di sopra. Sotto, trovasi una piccola campana fissa, di ghisa, aperta alle due estremità, che va rapidamente re-

(1) *Theorie und Konstruktion der Kolben-und Zentrifugal-pumpen*. Berlin, 1878, 2ª edizione.

(2) Nell'appendice (*Nadere Adviezen*, ecc.) al rapporto presentato al Consorzio di *Rijnland* da una commissione d'ingegneri, già stato citato, trovasi scritto a pag. 45, parlando delle ruote a schiaffo ORDINARIE O MODIFICATE, delle ruote-pompe delle pompe a pistone, delle centrifughe, ecc.: « Con buona costruzione e con giudiziosa applicazione, la differenza non è così grande come spesso è stato affermato. La preferenza da darsi a una macchina non dipende che secondariamente dalla rigorosa osservanza delle leggi della meccanica e quindi del consumo proporzionale di carbon fossile. Dipende invece in primo luogo da interessi di ordine affatto diverso, che, in gran parte almeno, sono una conseguenza delle circostanze locali... ».

Il rapporto porta i nomi di *Conrad* (ora ispettore del *Waterstaat*), *Reuvens*, *Stieltjes* e *Maas Gesteranus*.

stringendosi in alto fino a prendere il preciso diametro interno del tamburo girante. Ha l'ufficio di guidare convenientemente (per quanto può colla sua brevissima altezza) l'acqua che viene di sotto e che deve entrare nell'organo ruotante.

Per la parte superiore un canale ricurvo a guisa di manica, che si stacca da un livello inferiore al magrissimo che sale incurvandosi e poi discende nel mezzo del tamburo alla sua sommità, serve a condurre l'acqua e a regolarne l'ingresso.

Il tamburo mobile è diviso a metà altezza da un sepimento orizzontale che impedisce l'incontro delle due acque sulle palmette. Ha l'ufficio del sepimento, che trovasi ai dischi delle centrifughe che ricevono l'acqua da due parti.

Le pareti verticali della cassa di ghisa sono chiuse tranne da una parte, dove trovasi un'apertura, il cui mezzo, verticalmente, è all'altezza del sepimento citato. È questa la apertura di efflusso in comunicazione col recipiente.

L'albero, o palo, è sospeso in alto; in basso ha tre cuscinetti di guida, l'infimo dei quali è nella parete del condotto a manica che reca l'acqua al disopra del tamburo che traversa ermeticamente.

La sospensione avviene a un robusto supporto ritto ad A, che contiene fra le sue gambe inferiormente una ruota dentata con 50 giri, calettata al palo, che ingrana con un'altra di 89 calettate sull'albero motore, mandato da due manovelle corrispondenti a 2 cilindri motori.

Due coppie di porte di guardia, a breve distanza assicurano contro le acque esterne in caso di inazione di macchine per guasti o troppo alto livello.

L'acqua che viene cacciata da quell'apertura empie fino a un certo punto la cassa di ghisa, chiusa in alto da solide piastre ben commesse, le quali sono capaci di reggere alla pressione delle massime altezze dell'acqua esterna.

I fabbricati occupano le aree seguenti:

Per le motrici e le turbine . . .	21,95	×	10,97
» caldaie	21,03	×	12,34
Il deposito del carbone è	8,53	×	12,34.

Il camino (sezione circolare, mq. 7,03 nella base, mq. 2,31 superiormente) è alto m. 30,48.

La tabella n. 9 contiene i dati più importanti.

È da notarsi che *Schellingwoude* doveva servire come prova in grande dell'uso delle turbine elevatorie per considerevoli masse d'acqua e piccole prevalenze.

Era una questione che si va riprendendo ora per l'altra categoria di macchine cosiddette a forza centrifuga, per le pompe centrifughe ad asse orizzontale. Gli *Ypolders* dovevano servire di prova per le prevalenze mediamente forti: circa m. 3,00.

Colà, però, essendosi adottato il sistema di frazionare la forza a seconda della diversa altimetria dei terreni, quegli edifici sono riusciti tutti di piccola forza, alcuni anzi di pochi cavalli addirittura. Il grande consumo di combustibile verificatosi in questi impianti nei quali, però, tutti ammirano la *finitezza* delle costruzioni, ha fatto sì che ora nessuno pensi più alle turbine elevatorie. La guerra contro di loro è stata forse troppo appassionata. Non si è convenuto, per esempio, da tutti che quelle 3 turbine smaltiscono più acqua di quanto era fissato, e che quindi la forza reale in effetto utile di quell'edificio è maggiore dei 225 c. v. ufficiali; per modo che il consumo per ora e per cavallo va calcolato su un divisore maggiore di questa cifra. Occorre riflettere che tutte le macchine elevatorie hanno un rendimento molto minore quando la prevalenza sia molto inferiore a quella cui furono proporzionate nella costruzione. L'ingegnere capo *Dirks* (1), ammetteva che il consumo non era inferiore ai 5 chg; ma di qui alla esagerazione degli 8 e dei 9, pubblicata e ripubblicata, corre gran tratto. Eppure questa ha molto contribuito a screditare il sistema.

Ora si vedono dei curiosissimi impianti di turbine elevatorie nella più piccola scala che si possa immaginare, col vento per motore. Il tamburo è fatto con 4 pezzi di

(1) Debbo alla sua immensa gentilezza una preziosa raccolta di dati sulle opere eseguite dalla *Compagnia del canale*. A lui, al suo dipendente di allora, ingegnere *Meijjes* e agli altri mi corre l'obbligo di esternare la mia riconoscenza.

tavola, a guisa di ali, giranti in una cassa di legno, e riceventi il moto da un albero verticale secondario, mandato dal grande albero centrale, che con un rocchetto in testa piglia il movimento dalla ruota dentata calettata sull'asse delle ali a vento. A ogni giro di questo corrispondono 6 giri di turbina: rapporto riconosciuto più conveniente coi venti di là.

I mulini sono di quelli a coda, cioè orientantisi automaticamente per mezzo di una coda che sorge dal cappello mobile dietro le ali. Tutto l'edificio, intieramente in legno, occupa uno spazio di circa $1,20 \times 1,20$ e costa fra 200 e 300 fiorini. Serve, specialmente nell'ex lago di *Haarlem*,

per tenere asciutte delle bassure di una trentina di ettari, e per prevalenze sotto mezzo metro.

Tranne queste applicazioni così minuscole, le turbine non sono ora ricercate in Olanda.

Poichè in Italia invece (1), secondo la affermazione di persone competentissime, fanno ottima prova, sarebbe desiderabile che si pubblicassero descrizioni e risultati onde trarne ammaestramento dal confronto coi tipi olandesi.

(1) Esse sono state introdotte con successo in Italia fino dal 1853 per opera dell'ingegnere G. Schlegel, che fece presso Adria il suo primo impianto.

TABELLA N. 9. — Notizie sulle turbine elevatorie olandesi.

SCHELLINGWOUDE e Y-POLDERS.

A) Schellingwoude. — Tre turbine, o pompe Appold, mandate ciascuna da una macchina gemella ad alta pressione e condensazione.

Casa costruttrice — *Eastons and Amos* di Londra. — Anno della costruzione — 1867.

Termini del contratto. — Portata complessiva m. c. 2025 al 1' alla prevalenza di m. 0,50.

TURBINE. — Dati di costruzione. — Tamburo: Diametro esterno 2,437, interno 1,473, altezza 0,87. Estremità inferiore a 2,20 sotto lo zero di *Amsterdam* (2,20 — AP). — Palmette N. 10 foggiate in modo che la sezione è una curva a due archi circolari raccordati. Arco esterno: raggio 0,981. Interno: 0,736.

Luogo dei centri degli archi esterni, circonferenza del diametro di 0,863.

» » » interni, » » 0,787.

MOTRICI. — Diametro dei cilindri 30 (pollici inglesi); corsa 30. — N° dei colpi doppi in media 30 al 1'. — Pressione iniziale 3 atm. — Introduzione $\frac{1}{3}$. — Distribuzione a 2 cassetti. — Rapporto di trasmissione 1 : 1,78.

CALDAIE. — Cornovaglia a 2 focolari N. 8. — 57 m. q. di superficie di riscaldamento l'una. — Griglie $1,80 \times 0,75$. Due caldaie sono per riserva.

Esperienze 28 e 29 novembre 1876.

Durata ore 22 $\frac{166}{1000}$. Carbon fossile consumato all'ora Chg. 1849,6. Medie di 24 diagrammi con l'indicatore e 24 letture degli stati d'acqua. Medie { acqua esterna 0,000 AP. Prevalenza media 0,394. — Pressione media indicata per pollice, libbre 36,05. Area del pistone, detratto il gambo, pollici quadrati 702,72.

N° dei colpi doppi fatti dalle 3 macchine { $\begin{matrix} 1^a & 47496 \\ 2^a & 46778 \\ 3^a & 48526 \end{matrix}$ } in ore 22,166, media 35,78 al 1'.
Velocità risultante pel pistone piedi 178,90 al 1'.

Lavoro indicato per ogni cilindro $\frac{702,72 \times 36,05 \times 178,90}{33000} = 137$ c. v. (cavalli v. inglesi).

Pei due cilindri di ognuna delle tre motrici 274 c. v.

Per le tre motrici 822 »

Consumo di carbone (Versalia) per cavallo indicato e per ora Chg. 2,24.

Non potè misurarsi la portata. Ricorrendo a delle esperienze fatte nel 1872, che dettero la seguente scala di portate e di effetti, per una turbina:

Prevalenza m.	Portata al 1' di una turbina m. c.	Effetto utile c. v.
0,68	905	137
0,72	701	112
1,05	446	104
1,50	408	136
Media	122

ed accettandole, sebbene molti le ritengano esagerate, dando quindi alla prevalenza di m. 0,394 l'effetto utile per turbina di c. v. 122 (molto maggiore del pattuito, c. v. 75), ossia ammettendo una portata di m. c. 3096, si avrebbero i risultati seguenti:

Consumo per ora e c. v. in effetto utile Chg. 5,05. Rapporto fra il lavoro utile e il lavoro indicato $\frac{366}{822} = 0,44$. Questi risultati

vanno considerati come limiti i più favorevoli. Il consumo reale è con ogni probabilità maggiore di 5,05, e taluno ha affermato che arrivi a 8 e anche a 9. Il capo meccanico dello stabilimento attribuisce al motore il coefficiente di rendimento 0,85. Sembra un po' esagerato, e che tutto al più sia 0,80. Con tale cifra il coefficiente di rendimento delle turbine risulterebbe al limite massimo 0,55.

B) Y-Polders. — Da parecchi dati raccolti sul luogo insieme coll'Ing. *Meijjes* risultò un consumo per ora e c. v. compreso fra Chg. 6,3 e Chg. 8,2. Si tratta d'impianti piccoli. Bisogna però avvertire che anche questi dati sono affetti da un po' d'incertezza, pure essendo sicuro del tutto che il consumo è superiore a Chg. 5.

(Continua).

FISICA INDUSTRIALE

SULLE APPLICAZIONI INDUSTRIALI DELLA CORRENTE ELETTRICA

alla Mostra internazionale di Elettricità
tenuta in Parigi nel 1881.

RELAZIONE di GALILEO FERRARIS

Professore nel R. Museo Industriale Italiano, e Membro del Giuri internazionale.

APPLICAZIONI DELL'ENERGIA ELETTRICA.

II.

Illuminazione elettrica.

12. — I regolatori differenziali, di cui quelli di *Siemens* e di *Brush* sono i tipi principali, non costituiscono il solo mezzo per poter tenere in azione in un medesimo circuito parecchie lampade ad arco voltaico; un modo più semplice per fare ciò consiste nel tenere separati ad una distanza invariabile i due carboni per mezzo di un pezzo di qualche materia solida isolante. Così facendo però, si ha in contatto coll'arco voltaico un corpo solido, il quale diventando incandescente pel calore dell'arco, modifica notevolmente la qualità della luce e le condizioni di economia della sua produzione. Egli è per questo motivo, che io ho collocato le lampade, ove è messo in pratica questo artificio, in una specie distinta, che è la terza di quelle in cui ho classificato tutti i sistemi d'illuminazione elettrica.

La più importante delle lampade di questa specie è la *candela elettrica* di *Jablochhoff*. In questa i due carboni, invece di essere, come nei regolatori, collocati di punta, sul prolungamento l'uno dell'altro, sono posti l'uno di fianco all'altro e separati da uno straterello di caolino o di gesso; l'arco si fa tra le due punte passando al di sopra del corpo coibente, il quale pel calore dell'arco si fonde e si volatilizza consumandosi gradatamente di mano in mano che si consumano e si raccorciano i due carboni. Così la candela si consuma regolarmente come una candela ordinaria. La luce che essa manda è irradiata dalle punte dei carboni e dal bottono formato frammezzo alle medesime dal coibente fuso; il tutto poi si trova annegato in una fiamma dovuta alla combustione dei carboni ed alla volatilizzazione del coibente.

La candela elettrica del *Jablochhoff*, troppo nota (*) perchè io insista sulla descrizione dei suoi particolari, occupa nella storia delle invenzioni relative alla illuminazione elettrica un posto importantissimo. Essa fu il primo apparecchio che abbia fatto pensare alla possibilità di applicare la luce elettrica alla illuminazione pubblica, e fu realmente il primo apparecchio che abbia potuto servire alla illuminazione pratica delle strade e delle piazze.

Tuttavia essa non rappresenta un tipo di lampada elettrica destinato nell'avvenire alle grandi applicazioni. Ciò si può asserire per vari motivi:

1° Il confronto tra la qualità della luce data dalle candele *Jablochhoff* e quella data dalle lampade differenziali di *Siemens* e di *Brush*, confronto che anche prima dell'esposizione di elettricità si è potuto fare per mezzo delle grandi installazioni di illuminazione elettrica coi sistemi di *Jablochhoff*, di *Brush* e di *Siemens* esistenti a Londra, dimostra nella candela elettrica una evidente inferiorità; le variazioni continue di intensità e di colorazione, che essa presenta sono incomparabilmente più grandi di quelle presentate dagli altri due sistemi;

2° La candela elettrica è inetta a riaccendersi da sé quando, per la rottura di un carbone o per altro accidente essa venga a spegnersi; la qual cosa obbliga a conservare daccanto alle lampade elettriche i fanali del gas, per rimpiazzarle in caso di bisogno;

3° Il costo della luce è notevolmente più grande con le candele elettriche che con le lampade differenziali. —

(*) Veggasi nell'*Ingegneria Civile*, Anno 1879 a pag. 118 e nella tav. VIII la descrizione ed i disegni.

Questo fatto deriva specialmente dall'esistenza del solido coibente che si fa incandescente fra le punte dei carboni; e noi avremo occasione di occuparcene fra poco, studiando in generale le condizioni di economia della illuminazione elettrica.

Il *Jamin* modificò, come è noto, la candela del *Jablochhoff* sopprimendo il coibente solido, ed utilizzando per mantenere l'arco sulle punte dei carboni, l'azione elettrodinamica esercitata su di esso dalla corrente opportunamente conformata. Ma il tentativo, per cui la candela elettrica rientrerebbe nella classe precedentemente studiata degli apparecchi ad arco voltaico senza coibente incandescente, con conseguente vantaggio economico, è assai male riuscito; nel palazzo dell'esposizione le lampade del *Jamin* figuravano fra le meno stabili.

Invece di adoperare, come nella candela elettrica, due carboni paralleli isolati con un corpo solido frapposto, si può ottenere lo stesso risultato disponendo i due carboni in modo che essi pel proprio peso, oppure per effetto di una molla, si avanzino l'uno verso l'altro di mano in mano che si consumano, ma sieno tenuti colle loro punte a una distanza costante da un corpo solido isolante, contro cui si appoggiano costantemente. L'idea di costruire in questo modo lampade elettriche è molto antica; ed è messa in pratica in alcuni dei primi regolatori che si sieno inventati; è noto fra gli altri il semplicissimo regolatore di *Staitte ed Edwards*, nel quale i due carboni disposti obliquamente e spinti in avanti ciascuno da una molla a spirale, si appoggiavano colle loro punte contro di un pezzo di materia refrattaria in modo che la distanza fra le punte rimanesse costante e l'arco voltaico lambisse la superficie del coibente. Questa medesima idea, attuata soltanto con una disposizione alquanto differente, è stata ripresentata recentemente, concretata in una lampada elettrica, alla quale si è dato il nome di *Lampe Soleil*.

La lampada a sole ideata dai signori *Clerc e Bureau* figurava e funzionava in molti esemplari nella esposizione. Essa era esposta nella sezione francese dal *Clerc* e nella sezione belga dalla Compagnia generale belga di luce elettrica. Oltre ad alcune parti della navata principale, essa illuminava assai bene una sala di quadri.

Questa lampada (fig. 21) si compone di un blocco A di materia refrattaria nella parte inferiore del quale è scavata una cavità B prismatica in forma di tetto. Nel blocco sono praticati due fori inclinati l'uno verso l'altro, i quali si aprono nella cavità alle due estremità dello spigolo dell'angolo diedro formato dalle faccie principali di questa. Due carboni C, D scorrono in questi fori e tendono ad avanzarsi in grazia del proprio peso; questi due carboni per mezzo di conduttori flessibili comunicano con due reofori. L'orifizio inferiore dei due buchi non è abbastanza grande per lasciar passare i carboni, di modo che le estremità di questi si trovano costantemente ad una medesima distanza. L'arco voltaico si forma tra i due orifizi lunghesso lo spigolo dell'angolo diedro al fondo della cavità del blocco refrattario. Quando l'arco è stabilito, il calore che in esso si sviluppa porta all'incandescenza la sostanza del blocco, la quale diventa la principale sorgente di luce. Il blocco è di marmo; ma pell'elevata temperatura a cui è sottoposto si trasforma presto, in vicinanza dello spigolo, ove si forma l'arco voltaico, in calce. La luce è adunque emessa da calce incandescente come nella lampada di *Drummond*.

Praticamente il blocco refrattario è formato di parecchi pezzi: due pezzi di granito servono di sostegno a due pezzi di una pietra bianca, lungo i quali scorrono i due carboni; tra questi due pezzi di pietra bianca stanno due pezzi di marmo formanti le due faccie dell'angolo diedro. Al di sopra un pezzo trapezoidale di pietra e due cunei completano il parallelepipedo. Tutti i detti pezzi sono collocati dentro ad una staffa di ghisa SS e stretti con viti. La staffa è a sua volta introdotta in un collare metallico, a cui sono attaccati i pezzi destinati a sostenere la lampada.

Per la qualità e per la fissità la luce della *Lampe-Soleil* si assomiglia, come si poteva prevedere a quella di *Drummond*, ma spesso è assai meno intensa e presenta una tinta aranciata forse eccessivamente sensibile. Quando questo succede, la lampada, benchè chiusa in un pallone

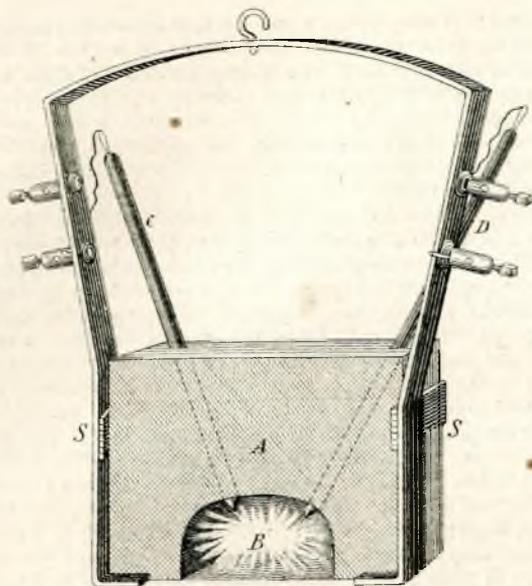


Fig. 21.

di vetro appannato, presenta un aspetto che ricorda quello di una lampada ad olio male accesa. Ma l'inconveniente più grave sta in ciò, che la presenza del corpo solido incandescente, che irradia sotto forma di calore oscuro, una buona parte del calore sviluppato nell'arco voltaico, nuoce inevitabilmente al rendimento economico dell'apparecchio. L'asserzione degli espositori, che la lampada *Soleil* possa produrre la luce di 100 a 110 carcel per ogni cavallo dinamico consumato, è assolutamente inverosimile, e noi avremo occasione di convincercene quando, più sotto, ci occuperemo delle condizioni economiche della illuminazione elettrica. Benchè la lampada di cui parliamo, abbia alcune utili proprietà, che possono raccomandarla in alcuni casi speciali, io credo che essa non si possa annoverare fra quelle a cui l'avvenire riserva applicazioni grandiose.

Questo, che io asserisco per le lampade *Soleil*, si deve estendere alle altre lampade, che pur figuravano nella esposizione, nelle quali l'arco voltaico non ha altro ufficio che quello di rendere incandescente un pezzo di materia solida.

13. — La quarta specie di lampade elettriche comprende apparecchi, nei quali, come negli ultimi di cui abbiamo parlato, la luce è emessa in parte da un arco voltaico ed in parte da una materia solida incandescente; ma la disposizione di questi apparecchi è affatto diversa, e la luce da essi prodotta si assomiglia di più, tanto per la qualità, quanto per l'economia, a quella data dalle lampade ad arco voltaico. Io ho denominato questi apparecchi: lampade a contatto imperfetto, e per darne una idea cito il più importante di tutti, che è la lampada *Werdermann*.

In questa lampada (di cui si è dato un disegno nella tav. VIII, fig. 5 dell'anno 1879) il carbone positivo ha la forma di un disco di circa 5 centimetri di diametro, posto in alto, orizzontalmente. Il carbone negativo è invece una bacchetta sottile situata verticalmente al disotto del disco, su l'asse di questo; essa è sollecitata dal basso verso l'alto da un contrappeso o da una molla, per cui si appoggia colla punta sul centro della faccia inferiore del disco, esercitandovi una leggera pressione. Due labbra di rame si appoggiano lateralmente contro la bacchetta esercitandovi una pressione sufficiente per instabilire con essa un buon contatto, ed abbastanza piccola perchè il carbone possa scorrere liberamente fra di esse di mano in mano che, consumandosi, esso viene sollevato dalle molle o dal contrappeso. Le due labbra di rame sono collegate col reoforo negativo. Quando passa la corrente un breve tratto della bacchetta di carbone, in vicinanza della punta, diventa incandescente, e tra la punta ed il disco di carbone, che le sta di fronte, si produce un breve arco voltaico, la luce bianca del quale si mescola con quella aranciata emessa dal carbone incandescente. Più lampade di questa specie pos-

sono funzionare regolarmente alimentate da una medesima macchina generatrice; in questo caso esse vengono riunite in derivazione: tutti i dischi di carbone sono posti in comunicazione col reoforo positivo, e tutte le bacchette sono collegate col reoforo negativo.

Nei particolari la lampada *Werdermann* è stata migliorata con molto ingegno dal signor *Napoli*; ed è colle disposizioni datele da questo ingegnere che essa figurava nella mostra di Parigi. Essa era esposta dalla Compagnia generale di illuminazione elettrica di Parigi, la quale per mostrare una delle applicazioni per cui la si potrebbe preferire, illuminava colla medesima un piccolo teatro appositamente preparato nel Palazzo dell'industria.

La medesima società presentava all'esposizione alcune lampade *Reynier*, lampade fondate sul medesimo principio di quelle di *Werdermann*, ma diversamente disposte. Con 8 di queste lampade si faceva l'illuminazione della sala detta del Presidente della Repubblica.

Le lampade a contatto imperfetto di *Werdermann* e di *Reynier* non sono recentissime, e per molte esperienze erano noti già prima della esposizione i loro pregi. L'esposizione non ha fatto che riconfermare ciò che si sapeva, dimostrando per mezzo di una installazione assai ben studiata, che le lampade di questa specie possono dare una luce bianca quasi come quella dell'arco, perfettamente fissa, regolabile a volontà, e divisibile entro limiti molto estesi. Se si fossero potute eseguire misure dinamometriche e fotometriche, si sarebbe presumibilmente dimostrata anche l'economia notevole che esse possono offrire in confronto colle candele elettriche o colle lampade *Soleil*. La disposizione loro è perfettamente razionale; e fra tutte le lampade destinate a suddividere la luce esse sono probabilmente quelle che consumano, per una data quantità di luce prodotta, la minore quantità di lavoro meccanico. Ma le considerazioni che dovremo fare fra poco discorrendo in generale delle condizioni di economia della illuminazione elettrica e dell'avvenire probabile di questa, ci condurranno a credere che per l'illuminazione pubblica abbiano maggiore probabilità di trovare grandi applicazioni lampade più potenti, come quelle di *Brush* o di *Siemens*, e che per l'illuminazione domestica abbiano ad essere preferiti apparecchi più maneggevoli, quali sono le lampade ad incandescenza. Quindi io penso che le lampade a contatto imperfetto, le quali avrebbero forse avuto un grande avvenire se *Siemens* non ci avesse dato colle lampade differenziali un mezzo migliore per far agire molte lampade in un medesimo circuito, attualmente non possono gareggiare cogli altri sistemi se non forse in alcuni casi affatto speciali.

14. — Noi arriviamo ai sistemi di illuminazione elettrica, che abbiamo classificato nella quinta specie: ai sistemi ad *incandescenza*. Si sogliono comprendere con questo nome i sistemi dove la luce è data dall'irradiazione di un solido reso incandescente dal passaggio attraverso ad esso di una corrente elettrica.

L'idea di produrre la luce per mezzo dell'incandescenza di una porzione resistente del circuito di una corrente non è nuova; essa è così semplice, che si presenta da sé alla mente, e di fatto si è tentato di metterla in pratica già da molto tempo, prima ancora che il *Foucault* facesse conoscere il suo primo regolatore. Già nel 1845 un tale King, russo, prendeva un brevetto di privativa per un metodo per produrre la luce per mezzo della incandescenza di una asticciola di carbone nel vuoto, e brevetti analoghi ottenevano Greener e Staite nel 1846, e Petrie nel 1849.

Questi sistemi furono per molto tempo dimenticati, ma nel 1874 un russo, certo Lodiguine, li richiamava a vita brevettandoli un'altra volta: e Kosloff, Kann, Bouliguine miglioravano l'apparecchio. Finalmente nel 1879 l'Edison brevettava una lampada basata sull'incandescenza di un filo formato con una lega di platino e di iridio, e poco dopo un'altra lampada ad incandescenza ove al filo metallico era sostituita una listerella arcuata di carbone fatta con cartoncino, situata nell'interno di un palloncino di vetro vuotato d'aria. Questi apparecchi, che in grazia di alcuni speculatori levarono molto rumore e provocarono nel pubblico speranze eccessive, e nell'industria del gas

un panico esagerato, non riuscirono allora ad alcun risultato diretto; ma furono l'origine di una serie di studi che in questi giorni condussero alla costruzione di apparecchi veramente degni di nota. Le odierne lampade elettriche ad incandescenza sono tali da far credere, almeno dal punto di vista fisico, risolto il problema di produrre la luce elettrica in condizioni adatte alla illuminazione dei piccoli ambienti, delle abitazioni private; queste lampade furono una delle più importanti novità della esposizione.

Attualmente le lampade ad incandescenza proposte sono assai numerose, ma per lo scopo nostro, avuto riguardo alla scarsità presente dei dati d'esperienza relativi, dobbiamo limitarci a considerare i quattro sistemi principali che figuravano alla esposizione, i quali sono quelli di *Edison*, di *Swan*, di *Maxim*, e di *Lane-Fox*.

La lampada di *Edison* (fig. 22) è costituita da un sottile filamento di carbone *a* piegato a ferro di cavallo e collocato nell'interno di un palloncino di vetro *P*, in cui, con una pompa a mercurio è stato fatto il vuoto più perfetto che praticamente sia possibile. Le due estremità del filo di carbone sono collegate a due fili di platino *b* che escono dal palloncino, e servono ad inserire il carbone nel circuito della corrente.

Il filamento di carbone è ottenuto colla carbonizzazione di una fibra di bambù. Prima di chiudere il palloncino, mentre si sta facendo il vuoto colla pompa a mercurio, il filamento è tenuto incandescente per un certo tempo per mezzo di una corrente elettrica; in questo modo esso viene privato dei gas che vi erano condensati, i quali altrimenti avrebbero scropolato il carbone ad ogni riscaldamento, ed avrebbero nociuto alla compattezza, alla tenacità ed alla durata del medesimo. Con questa operazione il filo di carbone acquista una densità ed una durezza affatto speciali, per cui esso, benché non sia più grosso di un crine, può resistere per molto tempo alle variazioni di temperatura ed ai sussulti a cui è esposto nell'uso. Le due estremità del filo di carbone presentano un rigonfiamento e vengono strette da due piccole pinzette di platino colle quali terminano i due reofori di platino destinati a mettere il carbone in comunicazione coi conduttori esterni. La giuntura è saldata per mezzo di un deposito di rame ottenuto elettricamente. All'esterno i due fili di platino terminano in due pezzi metallici isolati, i quali possono essere messi in comunicazione coi reofori che vengono dal generatore, oppure essere separati dai medesimi per mezzo di un commutatore adattato al sostegno della lampada, commutatore che presenta l'aspetto di un ordinario robinetto e che si maneggia nella medesima maniera.

Edison costruisce lampade di due grandezze diverse che denomina lampade e mezza lampade. Le lampade, dicono i suoi rappresentanti, danno una luce equivalente a 16 candele, ossia di circa 1,6 *carcel*, e le mezza lampade equivalgono a circa la metà, ad 8 candele, ossia a 0,8 *carcel*. Con un cavallo dinamico si possono attivare dieci mezza lampade, oppure 5 a 6 lampade grandi. La resistenza elettrica di una lampada, a caldo, nelle condizioni normali, è compresa fra 100 e 125 *ohm*; quella di una mezza lampada è compresa fra 50 e 60 *ohm*. Quando una lampada funziona nelle condizioni normali, la differenza dei potenziali tra i suoi due contatti dev'essere di circa 100 *volt*, e quindi, ritenuto il valore della resistenza suindicata, l'intensità della corrente attraverso al filamento di carbone dev'essere, nello stato normale, compresa tra 0,800 e 0,825 *ampere*. Le lampade vengono tutte collegate in derivazione, o, come dicesi anche, in quantità: dai poli della macchina generatrice partono due grossi reofori di

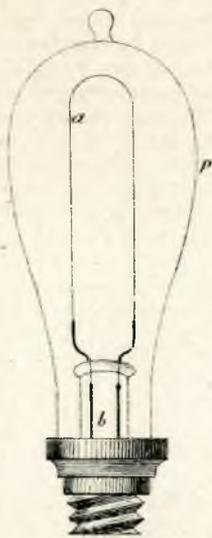


Fig. 22.

resistenza trascurabile, o minima, e ciascheduna lampada è inserita, sola, su di un conduttore il quale si attacca con una estremità all'uno e con l'altra all'altro reoforo. In questo modo la corrente si divide in tante correnti derivate sensibilmente uguali quante sono le lampade, ed il lavoro necessario per tenere in azione la macchina dinamo-elettrica generatrice è proporzionale al numero delle lampade attivate.

La resistenza del sistema di molti circuiti derivati è tanto più piccola quanto più questi sono numerosi; quindi benché ciascuna lampada presenti da sola una resistenza considerevole, l'insieme di tutte le lampade in un impianto di qualche importanza, presenta effettivamente una resistenza piccolissima; è dunque necessario, per avere un buon rendimento economico, adoperare una macchina dinamo-elettrica di resistenza interna piccolissima. Egli è a quest'uopo che *Edison* ha dato alla sua macchina generatrice una disposizione particolare: la spirale magnetizzante per l'induttore è posta in derivazione e così non figura nella resistenza interna della macchina; la spirale indotta poi è fatta con grosse sbarre di rame, le quali hanno una resistenza estremamente piccola; la resistenza interna complessiva non raggiunge il valore di un centesimo di *ohm*. Con questo minimo valore della resistenza interna, e col modo di collegamento delle lampade di cui abbiamo parlato, pel quale basta mantenere tra i due grandi reofori principali una differenza di potenziali uguale a circa 100 *volt*, è sufficiente che la macchina generatrice abbia una forza elettro-motrice di poco superiore a questo numero: come abbiamo detto descrivendo la macchina, *Edison* dà a questa forza elettro-motrice il valore di 108 *volt*, qualunque sia il numero delle lampade che la macchina è destinata ad alimentare.

Pel buon funzionamento e per la conservazione della lampada è necessario che, qualunque sia il numero delle lampade in azione, la differenza dei potenziali nei due reofori principali, ossia ai due poli della macchina generatrice rimanga sempre la stessa. Nel sistema di *Edison* la costanza dei potenziali ai due poli della generatrice si ottiene coll'opera di un sorvegliante a ciò delegato. Ai due poli della macchina dinamo-elettrica è attaccato un circuito derivato di grandissima resistenza (180000 *ohm*), nel quale è inserito un galvanometro a riflessione di *W. Thomson*. La intensità della corrente indicata da questo galvanometro è, con grandissima approssimazione, proporzionale alla differenza dei potenziali sui due poli della macchina, e la graduazione della scala è fatta in modo da dare direttamente questa differenza di potenziali espressa in *volt*; un *volt* corrisponde a 3 divisioni della scala del galvanometro. A seconda delle indicazioni di questo galvanometro il sorvegliante introduce o toglie con un reostato a quadrante resistenze convenienti nel circuito della corrente eccitatrice, e fa variare nel senso voluto l'intensità del campo magnetico induttore. Invece del galvanometro, può servire a dare al sorvegliante le necessarie indicazioni una lampada normale, che si osserva per mezzo di un fotometro di uso comodo, appositamente costruito.

Oltre alla lampada, al generatore ed all'apparecchio pel controllo e per il governo della corrente, *Edison* ha studiato i più minuti particolari del suo sistema. Io non potrei entrare in una descrizione di tutti questi senza perdere di mira lo scopo principale del mio scritto; debbo tuttavia accennare ad alcuni di essi i quali possono dare una idea dei vari problemi secondari a cui conduce un impianto di illuminazione elettrica come quella di *Edison*, e degli artifizii coi quali quei problemi possono essere risolti.

In primo luogo merita una menzione il modo in cui, secondo il progetto di *Edison*, sono disposti i conduttori principali, e quello in cui sono prese su queste le derivazioni. I conduttori principali che partono dai due poli della macchina generatrice e dai quali si debbono fare le prese di corrente per i vari utenti, sono di forma semicilindrica; sono piatti da una parte ed arrotondati dall'altra; così essi, disposti l'uno sull'altro con in mezzo uno strato di materia coibente, formano un solo cilindro, che si ricopre con un involucro isolante, e si distende sotto terra lungo la strada. Per prendere una derivazione si toglie per un

breve tratto l'involucro isolante, si tagliano i due conduttori semicilindrici, si ripiegano i capi verso l'esterno, e si stringono i due capi di uno dei conduttori in una morsa, e quelli dell'altro in un'altra morsa. Dalle due morse partono i fili della derivazione. Ma acciocchè la corrente non possa distrurre le lampade quando per accidente essa diventasse troppo intensa, una delle due comunicazioni delle morse coi fili della derivazione è fatta coll'intermediario di un pezzo di filo di piombo, il quale, quando l'intensità della corrente è troppo grande, si fonde, e rompe così il circuito. Tutto questo è protetto da una scatola ermeticamente chiusa e ricoperta di un intonaco isolante.

Una seconda particolarità, che merita di essere notata, riguarda la disposizione degli interruttori con cui si accendono o si spengono le lampade. La chiave di questi interruttori, somigliante per l'aspetto, a quella di un robinetto ordinario, comanda una vite, la quale porta alla sua estremità una specie di tappo tronco-conico. Questo pezzo conico, ritirandosi, si allontana da due larghe lamine di contatto, e così rompe il circuito in due punti diversi e su di una larga superficie. In tal modo si evitano le grandi scintille di rottura, che potrebbero altrimenti essere causa di deterioramenti negli apparecchi od anche dar luogo a pericoli di incendio.

Merita pure un cenno un piccolo apparecchio regolatore dell'intensità della corrente, il quale permette di affievolire la luce in quella proporzione che si desidera. Esso è una specie di reostato a carboni, composto di bacchette cilindriche di carbone di differenti sezioni e di un semplice commutatore, che permette di far passare la corrente attraverso a quel carbone che si desidera. Facendo in questa maniera variare la resistenza, si regola l'intensità della luce. Le bacchette di carbone sono disposte verticalmente dentro ad un astuccio cilindrico, fatto per diminuire il riscaldamento, con lastra tutta traforata. Sull'astuccio del reostato sta una lampada ad incandescenza colla quale si riconosce la posizione più conveniente del regolatore.

Debbo finalmente notare gli apparecchi per la misura della quantità di elettricità data a ciascun utente; apparecchi destinati a fare per la distribuzione delle correnti elettriche ciò che fanno i contatori nelle attuali distribuzioni di gas. Gli apparecchi a quest'uso immaginati dall'*Edison* sono due: uno di essi è automatico; l'altro esige, ad ogni misurazione, una pesata. Il primo è costituito da un giogo di bilancia a cui sono appese, alle due estremità, due lastre di rame piegate a cilindro, identiche, costituenti due elettrodi. Queste due lastre sono immerse in due vasi distinti pieni di una soluzione di solfato di rame e muniti di due altri elettrodi fissi. I due voltometri a solfato di rame così costituiti sono attraversati dalla corrente in versi opposti, in modo che mentre una delle lastre appese al giogo di bilancia riceve un deposito elettrolitico di rame, l'altra si consuma; mentre la prima va aumentando di peso l'altra va diminuendo. Quando la differenza di peso delle due lastre ha raggiunto un valore determinato, la bilancia trabocca. Ma nel traboccare dal giogo un commutatore, facile ad immaginarsi, inverte i contatti coi reofori ed inverte così la direzione della corrente attraverso ai due truogoli; allora la lastra, che nel periodo precedente si era andata consumando, comincia ad aumentare di peso, e quella che prima aveva aumentato di peso comincia a consumarsi; quando una determinata quantità di elettricità è passata attraverso ai due voltometri, lo squilibrio si produce nel senso opposto al precedente, e la bilancia trabocca dall'altra parte. Allora il commutatore inverte un'altra volta la corrente, la quale dopo un altro intervallo di tempo fa traboccare la bilancia nel senso primitivo. Così seguitando, il giogo di bilancia fa una serie di oscillazioni, a ciascuna delle quali corrisponde un dato numero di grammi di rame deposto, e quindi una data quantità di elettricità passata, un dato numero di coulomb somministrati all'utente. È ora facile immaginare un contatore elettrico, il quale indichi in ogni istante il numero delle oscillazioni compiute.

L'altro apparecchio misuratore è più semplice. Esso consiste in due voltometri a solfato di rame, i cui elettrodi possono facilmente essere ritirati e pesati. Uno di questi voltometri è nelle mani dell'abbonato, l'altro è tenuto chiuso dal controllore.

Oltre alle lampade con cui erano illuminate le due sale destinate alla mostra degli svariati suoi apparecchi ed alcune altre parti del palazzo dell'esposizione, *Edison* presentava varie foggie di sostegni per le sue lampade ad incandescenza: come bracci e mensole, lucerne trasportabili, lucerne per miniere. In queste ultime la lampada elettrica era contenuta in un vaso di vetro più grande pieno d'acqua, e nell'acqua erano immersi tutti i contatti, dove, nel momento della rottura del circuito, sono possibili scintille di estracorrente. In questo modo si evita ogni pericolo di incendio e di esplosione.

Contemporaneamente all'*Edison*, e sulla medesima via ha lavorato per perfezionamento delle lampade ad incandescenza *J. W. Swan* di *Newcastle-on-Tyne*. Questi però non prese privativa pel suo sistema se non nel dicembre del 1880, e non presentò alla esposizione di elettricità di Parigi altro che la lampada. Per compenso l'esposizione delle lampade *Swan* è stata la più grandiosa e la meglio riuscita. Più di 300 lampade di questo sistema disposte in festoni lungo le pareti e riunite in alcuni piccoli lampadari illuminavano la grande sala del congresso, circa 100 illuminavano la sala del caffè al piano superiore, altre molte rischiaravano il padiglione dell'amministrazione dei telegrafi inglesi, ed altre erano disseminate in tutto il palazzo dell'esposizione.

La lampada di *Swan* (fig. 23) si compone, come quella di *Edison*, di un filo di carbone destinato a diventare incandescente per effetto della corrente, contenuto in un palloncino di vetro in cui si è fatto il vuoto. Le comunicazioni del filamento di carbone coi reofori esterni sono fatte per mezzo di due porta-carboni di platino, come nella lampada *Edison*; ma l'unione tra questi porta-carboni e le due estremità del filamento di carbone è fatta alquanto diversamente; i porta-carboni terminano ciascuno in una coppia di mascelle cilindriche, fra le quali il filo di carbone si può stringere mediante un anello di pressione, precisamente come una matita si stringe fra le mascelle del porta-matite. Il filo di carbone è assai ingrossato alle due estremità dove dev'essere tenuto dai porta-carboni. Esso poi, invece di essere semplicemente piegato a ferro di cavallo come nella lampada di *Edison*, forma una

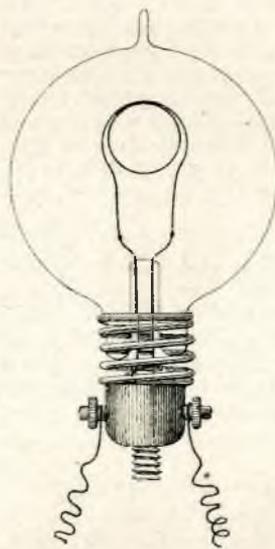


Fig. 23.

spira di un'elica appiattita, in vicinanza del centro del palloncino, dove si vuole concentrare la massima quantità di luce.

La preparazione dei fili di carbone è nel sistema di *Swan* alquanto diversa da quella praticata dall'*Edison*. Questi filamenti sono preparati colla carbonizzazione di fili di cotone. Si prendono pezzi di filo di cotone della lunghezza di circa dieci centimetri, e se ne ingrossano le estremità attereigliandovi altro filo. Si immergono allora i fili nell'acido solforico dilungato con acqua nella proporzione di due parti d'acido con una di acqua, e con questa operazione si produce in essi una modificazione analoga a quella con cui si fa la pergamena vegetale: i fili diventano consistenti e duri. Dopo di ciò i fili vengono adagiati in mezzo a polvere fina di carbone dentro ad un recipiente di terra, che si chiude ermeticamente. Si porta il recipiente in un fornello e lo si riscalda per un certo tempo al calor bianco. Allora si estraggono i fili carbonizzati, e si mettono a sito nei palloncini di vetro; si fa il vuoto nei palloncini con una pompa a mercurio, e poi, seguitando sempre ad agire colla pompa, si portano i fili di carbone all'incandescenza per mezzo di una corrente elettrica. Dopo questa operazione, che può durare una mezz'ora, il filo di carbone è diventato assai duro, più denso e meno volumi-

nos. In queste condizioni esso è atto a servire; si chiude il palloncino e la lampada è preparata.

Secondo le indicazioni fornite dai rappresentanti dell'espositore, la resistenza elettrica di una lampada è, a freddo, di circa 100 *ohm*, ma quando la lampada è in funzione ed il filo di carbone è incandescente, questa resistenza discende ad un valore compreso tra 30 e 36 *ohm*. Nelle condizioni normali ciascuna lampada dev'essere attraversata da una corrente di intensità prossimamente uguale ad un ampère; e, se l'asserzione dell'inventore merita fede, la luce prodotta può variare tra 1,5 e 2,5 carcel. Con un cavallo dinamico si possono, secondo l'inventore, alimentare in media 10 lampade di questo sistema: io però ho ragioni per credere che quando le lampade hanno l'intensità di 1,5 a 2,5 carcel, non se ne possano in realtà alimentare più di 5 a 6 per cavallo dinamico.

Se si fa astrazione dalle differenze, che abbiamo enumerato, le quali riguardano il modo di fabbricazione del filo di carbone ed il suo modo d'attacco coi porta-carboni, noi vediamo che per ciò che nella lampada vi ha di essenziale, per le condizioni elettriche, una sola differenza di qualche importanza sussiste fra i due sistemi di *Edison* e di *Swan*, che abbiamo descritto: la differenza delle resistenze elettriche. La resistenza della lampada di *Edison* è, a parità di potenza luminosa, assai più grande di quella della lampada di *Swan*. Questa differenza di resistenza porta seco come conseguenza la necessità di seguire norme diverse nella disposizione dei circuiti e nella distribuzione delle lampade nei medesimi. Colle piccole resistenze delle lampade di *Swan* non si potrebbero disporre moltissime lampade in altrettanti circuiti derivati senza essere costretti a dare alle altre parti del circuito resistenze minime, e quindi grandissime sezioni, oppure rinunziare ad un buon coefficiente di rendimento economico. Egli è perciò che lo *Swan*, almeno per ora, pure adottando come disposizione generale, normale, quella ad archi multipli, dispone tuttavia in alcuni casi le sue lampade in gruppi di 5, di 10, od anche di 100 lampade collegate in serie, su di un medesimo circuito.

Colle lampade lo *Swan* ha esposto alcune forme di candelieri, e di lanterne per diversi usi. Io ricorderò fra queste ultime la lanterna trasportabile per le miniere. Essa è costituita da una lampada *Swan* contenuta in un recipiente più grande di vetro robusto, protetto a sua volta contro gli urti da una corona di fili metallici arcuati. I reofori sono riuniti in un tubo di caucciù e formano una cordicella flessibile, comoda nei trasporti.

Una terza lampada ad incandescenza che l'esposizione ci ha presentato è quella di *Hiram-Maxim*, esposta dalla *United States Electric Lighting Company* di *New-York*.

In questa lampada (fig. 24), come nelle precedenti, il corpo, che si porta all'incandescenza per mezzo della corrente e che irradia la luce, è ancora un filamento di carbone. Ma questo filamento differisce da quelli delle lampade di cui abbiamo già parlato, per la forma e per la preparazione. La forma è quella di una M, ed ha lo scopo di concentrare verso il mezzo del palloncino un'estesa superficie radiante. La preparazione si accosta a quelle primitivamente tentate, ma senza successo, da *Edison* e da *Swan*: il carbone è fatto per mezzo di un cartoncino. La preparazione è la seguente: si colloca un pezzo di cartoncino

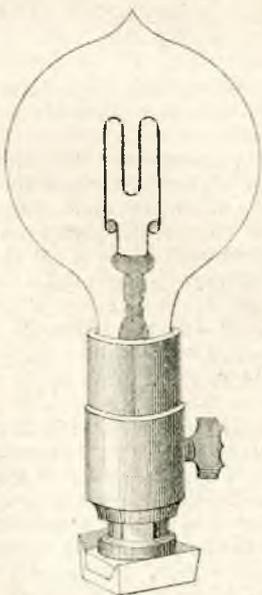


Fig. 24.

raccio convenientemente scaldate, in modo che esso si carbonizzi leggermente ed assuma una tinta rossastra. Dal cartoncino semicarbonizzato si taglia con uno stampo una listerella strettissima della forma di un M voluta; si porta questa listerella in un'atmosfera di un idrocarburo molto ricco di carbonio, il quale formando alla sua superficie un deposito di carbone, ne ottura i pori e le dà una conduttività sufficiente. Si fissa allora la listerella a sito nelle lampade, si fa il vuoto, e poi si fa passare una corrente elettrica pel filamento di cartoncino, in modo da renderlo incandescente. Con ciò il cartoncino finisce di carbonizzarsi, ed inoltre, se si ha cura di seguitare a fare il vuoto nel palloncino, mentre il filamento è incandescente, si evacuano completamente i gas che questo teneva condensati.

In grazia della sua forma appiattita il carbone può fissarsi facilmente ai fili metallici del circuito; basta a quest'uopo rendere appiattite anche le estremità dei fili di platino e ripiegarle in modo da formare un piccolo anellino; poi mettere di contro il carbone ed inchiodarlo per mezzo di una puntina a due teste analoga ad una piccola chiavarda. La saldatura dei reofori di platino col vetro del recipiente è fatta per mezzo di uno smalto o cemento, nella massa del quale essi sono annegati; e siccome questo cemento si salda con facilità col vetro, così non c'è pericolo che gli effetti della dilatazione dei fili possano alterare la perfezione del vuoto.

La resistenza elettrica delle lampade di *Maxim* è compresa tra 40 e 60 *ohm*, e la loro potenza luminosa è, secondo l'asserzione dell'inventore, di 26 candele, ossia di circa 2,6 carcel. Sei lampade richiedevano, secondo l'inventore, il lavoro di un cavallo a vapore.

Le macchine dinamo-elettriche destinate ad attivare le lampade *Maxim* ricevono la corrente eccitatrice da una macchina eccitatrice indipendente; e se più macchine generatrici sono adoperate simultaneamente, l'eccitatrice è unica e la sua corrente magnetizza gli induttori di tutte. L'eccitatrice è munita di un regolatore automatico che fa variare l'intensità della corrente spostando le spazzole raccogliatrici.

Debbo accennare finalmente alla lampada di *Lane-Fox*, la quale era esposta dalla *Anglo-American Brush-electric Light corporation*, e che illuminava il padiglione di questa società, la sala di lettura della esposizione, e quelle dei telefoni.

La lampada ad incandescenza del *Lane-Fox* (fig. 25) si assomiglia a tutte quelle di cui abbiamo già parlato, ma sono differenti la natura del carbone incandescente, il modo di unire questo carbone ai fili di platino, ed il modo di riunire questi fili di platino coi reofori esterni. Il filamento di carbone invece di essere rigonfiato alle estremità, è di diametro costante, e le sue due estremità sono introdotte in due piccoli tubetti di grafite, infilati a loro volta, a sfregamento forzato, sui fili di platino. Il palloncino si tiene sempre sospeso colla tubulatura in alto. In questa tubulatura il vetro è lavorato in modo da formare una specie di ampollina con due colli rivolti verso il basso, in ciascuno di questi colli è saldato uno dei fili di platino, che servono da porta-carboni. Per evitare il riscaldamento dei due fili i due colli di vetro sull'asse dei quali essi giacciono, sono ripieni di mercurio. Al disopra, nel corpo dell'ampollina, vi è del cotone pigiato, ed al disopra di questo un tappo di smalto, che chiude il tutto.

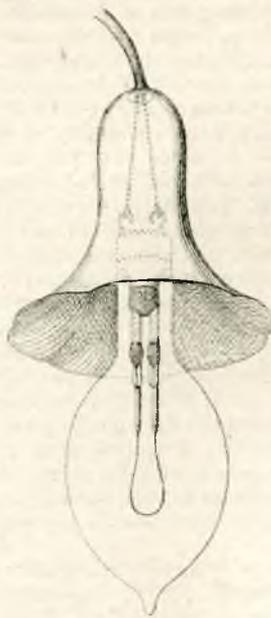


Fig. 25.

Il filamento di carbone de-

stinato a diventare incandescente è costituito da uno stelo di gramigna, oppure è fabbricato con fibre vegetali vulcanizzate ed impregnate di ossicloruro di zinco. Come negli altri sistemi si rendono incandescenti questi carboni, per mezzo di una corrente, mentre si continua a fare il vuoto nel palloncino. Per fare il vuoto *Lane-Fox* impiega invece della pompa di *Sprengel* un sistema analogo a quello seguito dall'*Alvergniat* per la fabbricazione dei tubi di *Geissler*, con qualche modificazione destinata a renderlo più comodo e migliore.

La resistenza elettrica media di una di queste lampade a freddo è di 60 a 100 *ohm*, a caldo è circa la metà. Nel funzionamento normale ciascuna lampada deve essere attraversata da una corrente di intensità compresa tra 1 ed 1,25 ampère; talchè ciascuna lampada richiede, per essere alimentata, circa un decimo di cavallo. Le lampade si dispongono in circuiti derivati. Secondo l'asserzione degli espositori la luce data ad una lampada equivale a circa 1,2 carcel.

Le macchine generatrici adoperate per le lampade *Lane-Fox* sono quelle di *Brush*, ed è la società proprietaria della privata *Brush* quella che ha acquistato il diritto di applicazione in Europa questo sistema ad incandescenza.

Come ho accennato già trattando in generale della distribuzione delle correnti elettriche, il *Lane-Fox* ha presentato insieme alle lampade un regolatore automatico per la loro intensità. L'apparecchio, assai complicato, si compone di un vibratore analogo a quello delle ordinarie sonerie elettriche, il quale fa girare di un dente ad ogni vibrazione una ruota dentata ad asse verticale. L'asse di questa ruota porta, all'estremità superiore un piccolo rocchetto denta o conico il quale si trova frammezzo a due ruote dentate coniche, portate da un medesimo albero orizzontale; questo albero finalmente porta un braccio, la cui estremità percorre, quando l'albero gira, un arco di circolo sul quale è disposta una serie di resistenze crescenti introdotte nel circuito; la resistenza del circuito cresce, o diminuisce, secondochè il braccio mobile viene ad appoggiare sugli uni o sugli altri contatti, girando in un verso o nel verso opposto. Ora l'asse orizzontale portante il braccio e le due ruote coniche è mobile longitudinalmente, ed il suo movimento è comandato dall'armatura comune di due elettro-magneti, le quali quando sono attive, gl'imprimono movimenti opposti. Un *relais* a doppio contatto, nelle elettro-calamite del quale passa una corrente derivata da quelle in cui si trovano le lampade, manda la corrente nell'una o nell'altra elettro-magnete secondochè l'intensità della corrente che dà la luce supera l'intensità normale, od è inferiore alla medesima.

15. — Ho descritto pochi sistemi di lampade elettriche i quali possono servire a rappresentare i tipi principali degli apparecchi oggidì inventati. L'esposizione, io ho detto cominciando, presentava un numero grandissimo di congegni diversi, che noi non abbiamo che classificato, limitando le descrizioni a quei pochi che meglio potevano servire a dare un'idea dei caratteri distintivi delle diverse classi. Descrivere tutte le classi e le disposizioni che si sono presentate, e giudicare del merito di ciascheduna, sarebbe, per ora, impossibile, ed il giurì stesso dell'esposizione, sentendo questa impossibilità, non seppe evitare il pericolo di lasciare senza premio alcuna invenzione realmente di valore, altrimenti che decretando un numero grandissimo di ricompense.

Ma una ricerca ci è possibile, e questa costituisce lo scopo principale del nostro studio: quali applicazioni sono riservate ai diversi tipi principali di lampade elettriche? Quale potrà essere nell'avvenire l'importanza di ognuna delle classi distinte di cui abbiamo parlato?

(Continua).

NOTIZIE

L'impiego della pietra pomice e del cok nella costruzione di solai in ferro. — L'uso dei solai su travi di ferro va ogni giorno più generalizzandosi a misura che diminuisce il prezzo di costo delle travi di ferro, e che gli architetti si fanno più famigliari con tal genere di lavori. Non è mio scopo di trattare

qui dei diversi sistemi di solai in ferro, ma intendo solo di richiamare l'attenzione sopra i vantaggi che si possono avere in circostanze del tutto speciali impiegando la pietra pomice o il cok (arsa da gas) nella costruzione dei solai su travi di ferro.

Dappoichè un solaio di qualsiasi sistema deve essere preferibilmente solido e leggero, e soddisfatte queste condizioni, sarà sempre cosa commendevole se si potrà nello stesso tempo ottenere una qualche economia nella spesa, non mancano casi pratici in cui le due proposte materie rispondono alle suesposte esigenze.

Riguardo alla pietra pomice giova anzitutto premettere che il suo uso non sarebbe di certo indicato là ove si avesse difficoltà di trovarla in pezzi di dimensioni convenienti; così era appunto nel sito dove vennero istituite le esperienze di cui intendo tener parola a proposito dell'esecuzione di un lavoro di tal genere; ma questo e non altro è stato il motivo che fece abbandonare l'idea di servirsene, sebbene sia forse da preferirsi al carbone cok, per essere più di questo compatta; il cok ha per contro il vantaggio di essere più leggero.

Incomincio ad ogni modo dal registrare i pesi specifici delle due sostanze; ben inteso che trattasi di pesi medi, perchè la loro struttura non omogenea e la forma irregolare, la loro formazione avvenuta in circostanze non sempre rigorosamente eguali, non permettono un'assoluta costanza nel peso specifico.

Cok delle storte da gas, peso del m. c.	325	chilog.
Cok metallurgico,	»	» 425 »
Pietra pomice	»	» 742 »

Siccome il prezzo della pietra pomice è un fattore assai variabile da luogo a luogo, a differenza di quello del carbone cok, che si può facilmente computare, massime nelle città dov'è ormai diffusissima l'illuminazione a gas, così mi basta d'aver qui accennato alla possibilità e convenienza del suo impiego, là ove essa possa essere a buon mercato, nel qual caso è desiderabile se ne faccia esperimento, e passo a dire dell'esperimento che io stesso ho avuto occasione di fare col cok.

Esso venne impiegato nella circostanza in cui dovevasi coprire con una terrazza una casa mentre importava di non caricare di troppo i muri perimetrali.

Messi a posto i ferri a doppia T distanti uno dall'altro m. 0,60 (V. la figura, che rappresenta in sezione e nella scala di 1,10 parte del solaio), e stabilito aderente alla faccia inferiore dei ferri, e orizzontalmente un manto provvisorio di tavole *t* sufficientemente robuste, si passò a mettere in opera i pezzi di cok *k*, *k*, scelti di dimensioni non troppo grandi, con abbondante malta di gesso fra pezzo e pezzo.

Sezione normale alle travi del solaio. Scala di 1.10

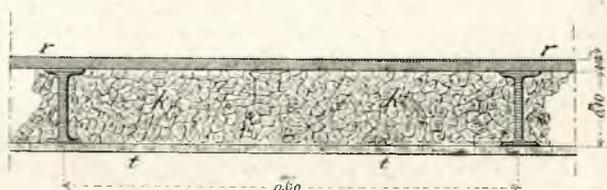


Fig. 26.

Nel caso particolare, si pose ogni cura nel difendere detta costruzione dall'umidità e dalle piogge, con un rivestimento superiore *r* di malta cementizzata dello spessore di due centimetri circa.

Ottimo modo di difesa sarebbe anche lo stendere sopra il solaio uno strato sottile di catrame crudo caldo, sovrapporvi un impasto di calce e catrame, e cospargere di sabbia; con ciò nel caso di terrazze, si avrebbe anche il pavimento.

Durante l'esecuzione si provvide a impedire l'eventuale flessione, nel piano orizzontale, dei ferri a doppio T, col porre un certo numero di aste di legno normalmente fra un ferro e l'altro ed esternamente alla coppia di travi che si stava caricando.

La superficie inferiore del solaio, lasciata appositamente con le faccie del carbone in vista, offerse comodissime scabrosità che permisero di fare un primo rivestimento di gesso, e di stendere e regolarizzare la malta di calce che costituisce il soffitto della stanza così coperta.

Nel caso in questione si tolsero le intersezioni ad angolo retto fra il piano del soffitto e le pareti, raccordandoli, al solito, con superficie cilindrica.

Esclusi il ferro, il superiore rivestimento ed il soffitto, si trovò che il m. q. di solaio pesa in questo modo da chilog. 33 a chilog. 34 con uno spessore di m. 0,10.

La leggerezza fu adunque ottenuta, nè credo qui necessario ricordare le molte tabelle di esperienze sul peso del m. q. di solaio che ci offrono varii autori.

La solidità poi fu verificata, caricando il solaio per un metro di lunghezza di travata, sopra m. 0.50 di larghezza, con un peso di chilog. 400, assoggettandolo inoltre ad urti violenti, quali la caduta di un uomo che salta verticalmente, ecc.

Dopo le prove non si riscontrò nessun indizio di lesioni, dal che è lecito inferire, che il solaio così costruito è leggero e solido.

I prezzi poi dei materiali da costruzione variano evidentemente da luogo a luogo, e ogni costruttore all'occorrenza conosce quelli correnti nel sito ove il solaio vuol essere costruito. Ad ogni modo, riferendomi alle condizioni del luogo in cui la costruzione in esame venne condotta a termine, stabilirò un confronto fra il prezzo e il peso del m. q. di solaio, quando vogliasi fare con voltine di mattoni tubolari, e quando invece si adopera il carbone cok.

La fabbrica di mattoni vuoti più vicina (Palermo), vende sul sito, a L. 45 per mille, quelli a 6 buchi pesanti ciascuno 2 chilogrammi.

La costruzione di un metro quadrato di solaio ne richiede 20, cosicchè il peso di detto materiale è di chilogrammi 40, e il prezzo è di L. 1,34, computate le spese di trasporto fino a piè d'opera.

Le fabbriche di Marsiglia danno mattoni tubolari per solai in ferro, con altezze variabili per gradi da m. 0,10 a m. 0.18. Detti mattoni, pure a 6 buchi, sono formati con due cunei di spalla ed uno di chiave in modo che si ottiene una larghezza di lacunare in m. 0,80.

Quelli fatti per altezze di trave di m. 0,10 costano, comprese le spese di cui sopra, L. 256 al mille e pesano chilog. 3350; per cui essendone necessari 16 per metro quadrato, avremo in definitiva un peso di chilog. 53,6 ed un costo di L. 4,09.

Veniamo ora all'uso del carbone cok. Chilogrammi 27 sono sufficienti per un metro quadrato, cosicchè ponendone il prezzo in L. 40 per 1000, risulta un costo di L. 1,08 e un peso di chilog. 27 circa.

Nei tre casi ora esaminati, abbiamo fatta astrazione dai pesi e dai prezzi del ferro, della malta occorrente per il solaio propriamente detto, dei riempimenti nei voltini, e dal prezzo e dal peso dei pavimenti e soffitti.

Riguardo al ferro dirò che se ne può computare il prezzo in ragione di L. 4 al quintale e il peso in cg. 12,45 il metro corrente, essendosi adoperate travi dell'altezza di 100 mm. con tavole orizzontali della larghezza di 47 mm. e dello spessore medio di mm. 6,5.

Il gesso costa al quintale L. 1. — La calce L. 3. Potrebbe ora osservarsi che mentre il solaio a carbone fu costruito con travi distanti fra loro m. 0,60, quello con voltine di mattoni tubolari, può invece sussistere con lacunari larghi m. 0,80 ed anche m. 1,0; cosicchè si viene a realizzare un certo risparmio nei ferri a doppio T.

Trattandosi però nel caso nostro di ottenere principalmente la leggerezza, riesce secondaria la questione della spesa per il ferro, massime per differenze piccole.

Riguardo al peso poi è facile vedere come il solaio fatto di carbone, finiro, pesi assai meno di quello con voltine, quand'anche si adottino i mattoni di Palermo succitati.

Abbiamo infatti per il primo chilog. 27 di carbone
Per il secondo » 40 di mattoni.

Ma a questi 13 chilogrammi di differenza, conviene aggiungere quelli provenienti da ciò che mentre per il primo si adopera pochissima malta di calce, per il secondo invece la cosa è diversa, e per soprappiù vanno calcolati i riempimenti e sbarre di ferro oltre alle travi principali, com'è noto.

Per dare una idea della differenza di peso prodotta dall'usare malta di gesso invece di malta comune, ovvero malta cementizia, riporto i seguenti pesi medi:

Malta di gesso bagnata al m. c. chilog. 1590
Malta di calce e sabbia bagnata al m. c. » 2000
Malta di calce e cemento bagnata » 1685.

Aggiungo anche che si può ritenere nel caso nostro, che il rivestimento superiore di m. 0,02 di grossezza, pesi al m. q. chilogrammi 33,700 bagnato; e, per maggiore generalità, riporto la seguente tavola delle dimensioni, peso e prezzo dei mattoni vuoti fabbricati dai signori Marius Cas e figlio, in S. Giovanni a Teduccio presso Napoli, notando che i prezzi iscritti si intendono alla fabbrica.

INDICAZIONE	Dimensioni			Peso per 100 pezzi	Prezzo per 100 pezzi
	lunghezza	larghezza	grossezza		
Mattoni con 4 buchi	m. 0,25	m. 0,27	m. 0,14	cg. 650	L. 30 —
» 2 buchi grandi	0,25	0,14	0,14	350	20 —
» 4 buchi per volte	0,25	0,15	0,11	300	10 —
» 3 buchi quadri	0,25	0,07	0,07	150	5 —
» 2 buchi piccoli	0,25	0,14	0,07	175	9 —
» 3 buchi alla siciliana	0,25	0,12	0,03	100	3 —
» 2 buchi »	0,25	0,09	0,02	50	1,75

Dopo tutto non pretendo certo concludere proclamando la superiorità assoluta di questo sistema sugli altri; ho creduto però di non fare cosa inutile, spendendovi alcune parole, non essendo a mia conoscenza che altri lo abbia usato.

Aggiungerò che migliori risultati si otterrebbero adoperando cok durissimo quale si può avere facilmente nelle fabbriche di gas luce, qualora lo si voglia per tale scopo.

Basta infatti caricare nelle storte di distillazione una quantità di litantrace all'incirca doppia della consueta, prolungare la durata dell'operazione p. e. da 6 a 12 ore, per ricavare un cok durissimo, ferrigno.

D'altra parte però la bontà dei risultati può essere subordinata a diverse circostanze che posso così riassumere:

1° Uso al quale il solaio è destinato.

2° Luogo in cui il solaio vuolsi costruito.

Devonsi infatti escludere i casi di grandi pesi da sostenere, come granaglie, depositi di mercanzie pesanti, ecc.

I climi temperati devono ritenersi più convenienti specialmente nel caso in cui si voglia adoperare il solaio come tetto a terrazza; come pure nel caso generale di divisione di piani, sarà sempre meglio adottarlo dove il minor uso di fuoco allontana di più i pericoli d'incendio, sebbene del resto, a costruzione finita, il carbone rimane abbastanza isolato.

Concludendo. Il sistema proposto può tornare vantaggioso e preferibile, quando soddisfatte le condizioni di solidità in riguardo all'uso cui è destinato il solaio, si ricerca leggerezza, e quando nel tempo stesso, la scelta di altri materiali importerebbe per ragioni locali, una maggiore spesa.

Ciascuno nei casi speciali, giudichi e scelga.

Girgenti, 4 marzo 1883.

Ing. A. CATTANEO.

L'Architettura alla Esposizione generale italiana in Torino del 1884. — La Commissione per le Arti rivolge caldissima preghiera a gli ARCHITETTI, perchè vogliano recare anch'essi il loro importante concorso alla Mostra generale, e notifica che a tal fine nel Palazzo delle Arti si sono già destinate alcune sale e locali, in cui le opere di Architettura verranno a cura della Commissione esposte nel miglior modo, e rimarranno gelosamente conservate e custodite insieme ai modelli in rilievo, stampe, fotografie, documenti, dati numerici e tutto quanto in genere gli Esponenti intendessero di unire a corredo dei loro lavori.

Come è accennato nel Regolamento, le opere verranno separate in tre Classi, cioè:

CLASSE I. — *Architettura antica*, la quale comprenderà i disegni di ristaurato, non meno che quelli di semplice riproduzione ed illustrazione, purchè ricavati e misurati dal vero, di qualunque edificio o monumento italiano a qualunque epoca appartenente, antica, medioevale o moderna a venire fino al 1850.

CLASSE II. — *Architettura moderna*, che comprenderà tutti i lavori relativi ad edifici o monumenti sorti in Italia dopo il 1850 — oppure anche all'estero purchè a cura di Architetto italiano, e che potranno essere prodotti dall'Autore, dal Committente o da altra persona debitamente autorizzata.

CLASSE III. — *Progetti architettonici*, nella quale saranno ammessi progetti sviluppati per l'esecuzione, o presentati a pubblico concorso, od anche eseguiti per semplice studio dell'arte.

Sono pervenute alla Direzione dai loro Autori od Editori le seguenti pubblicazioni:

Città di Torino — Ufficio d'Arte — Servizio ordinario delle fabbriche ed edifi — Impresa generale di manutenzione e delle opere ordinarie. — Capitolato ed elenco dei prezzi, approvato dalla Giunta il 3 febbraio 1883. — Op. in 4° di pag. 132. — Torino, 1883.

Sulla costruzione dei teatri — Le dimensioni e l'ordinamento dei palchi in rispondenza al costume italiano, per Ernesto Basile, Architetto. — Op. in 8° di pag. 13 con una tavola. — Palermo, 1883.

