

L'INGEGNERIA CIVILE

E

LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO BIMENSILE

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

COSTRUZIONI STRADALI

SUL CALCOLO

DEI MURI DI SOSTEGNO DEI RILEVATI STRADALI.

Nota dell'Ing. C. S. RIVERA

(Continuazione e fine)

IV.

Quantunque l'applicazione delle formole più sopra trovate non riesca in generale troppo laboriosa, tuttavia non ho creduto disutile compilare la tabella, posta in fine alla presente Nota, nella quale si trovano calcolati H_1 , H_2 , S_1 , S_2 per tre diverse qualità tipiche di terreno ($\phi = 46^\circ$, 37° e 28°) e per valori più usuali di $\tan \beta$ (0 , $\frac{1}{20}$, $\frac{1}{10}$ e $\frac{1}{5}$), nonché per carichi accidentali più frequenti in pratica ($H_r = 0,00$, $0,05$, $0,10$, $0,20$, $0,30$, $0,40$), e supposto inoltre $n \frac{\gamma_t}{\gamma_m} = 0,9$.

Osservo a quest'ultimo riguardo che molti consigliano di adottare un coefficiente di stabilità $n = 1,5$ ed anche maggiore. Ciò è prudente quando non si possa porre a calcolo colla necessaria esattezza il carico accidentale o non si conoscano con precisione le quantità ϕ , γ_t e γ_m . Ma se si è in grado di tenere esattamente conto del carico accidentale massimo che può verificarsi sulla strada, e si pone cura nel ricercare i valori di ϕ , γ_t e γ_m , non credo si debba spingere la prudenza sino ad assegnare ad n un valore molto maggiore di $1,25$, tanto più che coll'andare del tempo il terreno sostenuto tende a costiparsi e l'angolo ϕ cresce indubbiamente, con che vengono a migliorarsi le condizioni dei muri.

Nella compilazione della suaccennata tabella si suppose, come si disse, $n \frac{\gamma_t}{\gamma_m} = 0,9$, la quale ipotesi corrisponde alle seguenti coppie di valori di n e di $\frac{\gamma_t}{\gamma_m}$:

$\frac{\gamma_t}{\gamma_m} = 0,9$	0,8	0,7	0,6	0,5
$n = 1,00$	1,12	1,28	1,50	1,80.

Le quantità H_1 , S_1 ed S_2 vennero calcolate con tre cifre decimali; la H_2 invece si esprime solo con due decimali, trattandosi di un valore che non interessa conoscere con maggiore precisione.

Si ricordi che le anzidette quantità, nonché la H_r , sono espresse mediante un'unità di misura pari alla larghezza della strada, e che perciò, per avere il loro valore in misure ordinarie occorrerà moltiplicare i dati forniti dalla tabella per tale larghezza.

Si sono infine omissi quei valori di S_2 ed H_2 che si trovarono inferiori ai corrispondenti valori di S_1 e H_1 , dappoichè, come si disse, in tali casi, per tutte le altezze maggiori di H_1 dovrà adottarsi lo spessore S_1 .

Emerge dall'esame della tabella in discorso che in generale, specie per i muri a scarpa esterna, S_2 non differisce molto da S_1 .

Pel calcolo di detti muri si potrebbe quindi, per H compreso tra H_1 ed H_2 , ricavare S interpolando linearmente, senza essere costretti a ricorrere alle (8) e (9), le quali richiedono un certo tempo per la loro calcolazione.

Tale interpolazione lineare non è però favorevole alla stabilità, inquantochè equivale a sostituire all'arco di curva $P'K$ (vedi fig. 111), il quale ha la concavità rivolta in basso, la sua corda, che gli sta tutta al disotto.

Volendo una maggiore approssimazione, sempre senza ricorrere alle (8) e (9), converrà interpolare parabolicamente, ossia sostituire all'arco di curva del terzo grado $P'K$ un arco di parabola del secondo grado, avente gli stessi estremi e tangente in K all'orizzontale.

L'equazione di questa parabola sarà:

$$S = S_2 - (S_2 - S_1) \left(\frac{H_2 - H}{H_2 - H_1} \right)^2, \quad (14)$$

colla quale potrà aversi il valore di S (nell'intervallo, s'intende, da H_1 ad H_2) con tutta l'approssimazione desiderabile nella pratica.

Nel caso in cui è $\tan \beta = 0$ (muri a pareti ambedue verticali), l'interpolazione lineare nemmeno sarebbe possibile e l'arco di curva del terzo grado $P'N$ (vedi fig. 110) assintotico alla $N'N''$ potrà sostituirsi mediante un arco di iperbole del secondo grado, passante per P ed assintotica alla stessa retta.

Tale iperbole avrà l'equazione:

$$S = S_2 - \frac{H_1}{H} (S_2 - S_1). \quad (15)$$

Per maggiore schiarimento applicheremo la tabella e le anzidette formole d'interpolazione a due esempi pratici.

Una strada, della larghezza l di m. 6,00, deve attraversare in rilevato una zona di terreno pressochè orizzontale, all'altezza di m. 7,86 sul piano di campagna, e per esigenze locali (esistenza di vicini fabbricati, prezzi rilevanti degli espropri, mancanza di cave per le terre d'impresito, ecc., ecc.), conviene adottare i muri di sostegno anzichè le scarpate in terra.

Supponiamo siasi trovato $\phi = 37^\circ$, $\gamma_t = 1,6$, $\gamma_m = 2,3$,

donde $\frac{\gamma_t}{\gamma_m} = \infty 0,70$. Si voglia $n = 1,28$, con che risulta

$$n \frac{\gamma_t}{\gamma_m} = 0,9.$$

Il carico accidentale massimo cui può essere soggetta la strada sia di kg. 950 per m. q. Risulterà:

$$H_r = \frac{0,95}{1,6 \times 6,00} = 0,10 \infty \quad \text{e} \quad H = \frac{7,86}{6,00} = 1,31.$$

Suppongasi dapprima adottato il tipo di muro a scarpa esterna dell' $\frac{1}{20}$ ($\tan \beta = 0,05$).

In corrispondenza dei sovraesposti dati si ricava dalla tabella $H_1 = 0,972$; $H_2 = 1,80$; $S_1 = 0,257$; $S_2 = 0,278$, onde H risulta compreso tra H_1 ed H_2 .

Sostituendo nella (14) si otterrà:

$$S = 0,278 - 0,021 \left(\frac{0,49}{0,828} \right)^2 = 0,271.$$

Lo spessore pertanto da assegnarsi in sommità ai muri in questione sarà $s = S l = 1^m,626$.

Se, fermi restando tutti gli altri dati, si fossero adottati muri senza scarpa ($\tan \beta = 0, H_2 = \infty$), avremmo avuto dalla tabella $H_1 = 0,883$; $S_1 = 0,279$; $S_2 = 0,327$, e quindi sostituendo nella (15):

$$S = 0,327 - \frac{0,883}{1,31} 0,048 = 0,295$$

$$s = l S = 1^m,770.$$

Dall'esame dei due esempi ora riportati, nasce ovvia una osservazione.

Mentre, come si sa, nel caso di terrapieni posteriormente illimitati, più forte è la scarpa esterna del muro di sostegno, di minor volume, e quindi più economico riesce il muro stesso, nel caso speciale ora preso in esame i muri a pareti verticali riescono più economici di quelli a scarpa esterna dell' $\frac{1}{20}$. Infatti lo spessore medio di questi ultimi muri sarebbe di $m. 1,626 + \frac{1}{20} \cdot \frac{7,86}{2} = 1^m,822$, maggiore cioè dello spessore ($1^m,770$) che compete ai muri a pareti verticali.

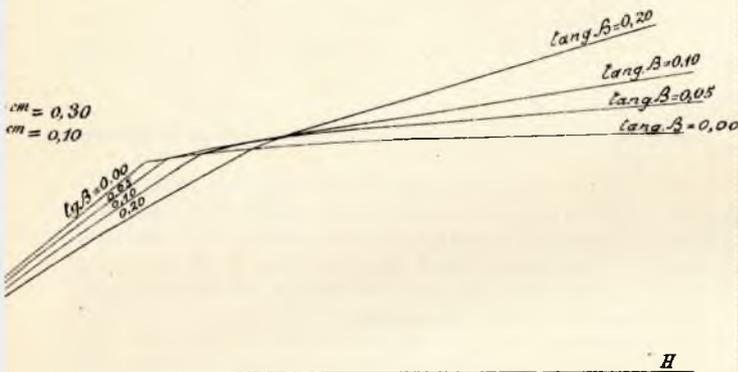


Fig. 112.

Alla fig. 112 si sono tracciati i diagrammi degli spessori medi dei muri, nelle ipotesi ultimamente prese in esame, e per diversi valori della scarpa esterna $(0, \frac{1}{20}, \frac{1}{10}, \frac{1}{5})$.

Tali diagrammi non coincidono con quelli del volume dei muri e quindi della rispettiva spesa (a meno di leggere le ordinate in una scala variabile, inversamente proporzionale alle ascisse), ma servono egualmente per istituire un confronto economico tra le varie scarpe, giacchè, per una data altezza, le diverse ordinate riescono evidentemente proporzionali al costo dei relativi muri.

Come emerge dai suaccennati diagrammi, per le altezze minori sono più economici i muri a forte scarpa, ma col crescere dell'altezza oltre un certo limite, in causa della riduzione del prisma, la convenienza della scarpa va diminuendo, per annullarsi affatto e mutarsi in senso inverso al di là di una data altezza.

Questo apparente assurdo proviene dal fatto che ad una maggiore scarpa esterna corrisponde un minore spessore del muro in sommità, ossia un prisma di spinta meno ridotto, e quindi una spinta maggiore.

Si aggiunga che, siccome la fondazione del muro deve naturalmente avere almeno la larghezza del muro in base, la relativa spesa sarà maggiore per i muri a scarpa che per i muri a pareti verticali, onde anche sotto questo aspetto può la scarpa esterna riuscire, dal lato economico, più di danno che di vantaggio.

A maggior ragione, sempre s'intende nel caso dei muri di sostegno degli alti rilevati stradali, di nessuna economia rie-

scirebbe la scarpa interna o le equivalenti riseghe, ed è per questo che nel presente studio non si è considerato che il tipo di muro a parete interna verticale.

Quanto ai muri a strappiombo, per quanto economici, come si sa, non sono consigliabili pel sostegno dei terreni di riporto.

V.

I muri a scarpa esterna, sempre s'intende pel sostegno dei rilevati stradali, malgrado che, come si disse, per le grandi altezze riescano spesso meno economici di quelli a pareti ambedue verticali, sono in generale i più usati anche per tali altezze ogni qualvolta il profilo longitudinale del progetto in confronto di quello del terreno non presenta per un lungo tratto un dislivello costantemente maggiore dell'altezza limite alla quale incomincia la convenienza di annullare la scarpa. Ciò avviene perchè in generale non è concesso da ragioni di estetica cambiare o annullare per brevi tratti la scarpa dei muri.

A riguardo di detti muri a scarpa, un'ultima questione ci rimane ad esaminare prima di chiudere la presente nota.

Se si osservano le espressioni di M^* , momento della spinta per le altezze maggiori di h_1 (vedi formula (2)) e di M_1 , momento resistente del muro (formula (3)) e si nota che, rimanendo costante a e quindi anche s , M^* cresce linearmente in funzione dell'altezza x mentre (per $\beta > 0$) M_1 cresce in ragione cubica dell'altezza stessa, è facile prevedere che, per le altezze maggiori di h_2 , cui compete lo spessore massimo s_2 , si avrà stabilità esuberante rispetto a tutte le sezioni inferiori a quella di profondità h_2 .

Ciò appare più evidente se costruiamo i diagrammi di $n M^*$ e di M_1 , il primo mediante le (1) e (2), il secondo mediante la (3), supposto il muro di spessore $s_2 = l S_2$ in sommità.

Tali diagrammi si trovano rappresentati alla fig. 113, ove si

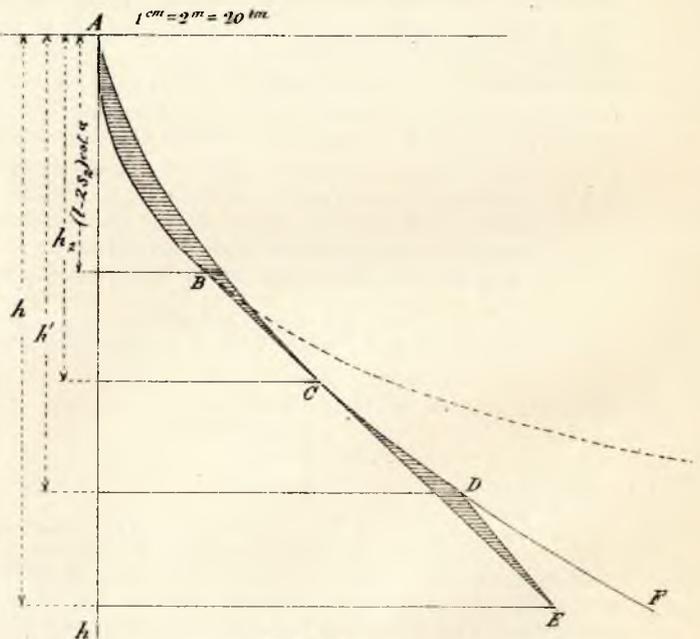


Fig. 113.

suppose ancora $\gamma_t = 1,80$; $\gamma_m = 2,40$; $n = 1,20$; $\phi = 37^\circ$; $\tan \beta = 0,10$; $l = m. 6,00$; $H_r = 0,10$ ossia $h_r = m. 0,60$, onde $H_2 = 1,51$, $S_2 = 0,241$ ossia $h_2 = 9,06$ ed $s_2 = m. 1,446$.

Il diagramma di $n M^*$ sino alla profondità $(l - 2 s_2) \cot \alpha = m. 6,20$ è costituito da una curva A B del 3° grado (*),

(*) La (1) può scriversi, moltiplicando per n :

$$n M = \frac{n}{2} \gamma_t x \tan \alpha \cdot x \tan \alpha \cdot \left(\frac{1}{3} x + h_r \right).$$

Donde un metodo assai semplice per costruire il diagramma di $n M$,

tangente inizialmente all'asse delle h , indi si muta in una retta B E, non tangente al precedente ramo di curva.

Il diagramma di M_1 invece, se la scarpa del muro rimane costante, non presenta discontinuità ed è costituito da una cubica A C D F, non tangente inizialmente all'asse delle h perchè:

$$\left(\frac{dM_1}{dx}\right)_{x=0} = \gamma_m \frac{s^2}{2} > 0.$$

Questa cubica, avendo assegnato al muro lo spessore in sommità $s_2 = l S_2$, riuscirà tangente alla retta B E in un punto C situato alla profondità h_2 .

Al disotto della profondità h_2 , la curva M_1 , avendo la concavità sempre rivolta verso destra ($\frac{d^2M_1}{dx^2} > 0$) dovrà necessariamente stare a destra della retta B E e allontanarsi sempre più da essa.

Ciò posto, può chiedersi: nell'ipotesi che i muri, a scarpa esterna, abbiano un'altezza $h > h_2$ e che siasi ad essi assegnato lo spessore richiesto s_2 , esiste una profondità h' alla quale è lecito annullare la scarpa esterna, senza turbare la stabilità?

Vediamo come si trasforma il diagramma di M_1 se ad una profondità qualunque h' si annulla la scarpa esterna del muro, e gli si assegna la sezione indicata alla figura 115.

Il momento resistente del muro per una profondità qualunque $x > h'$ sarà evidentemente eguale a quello M_h che corrisponde alla profondità h' , più il momento del tratto di muro M N P Q, che vale $\frac{1}{2} \gamma_m (x - h') (s_2 + h' \text{ tang } \beta)^2$.

Sarà quindi espresso da:

$$M'_1 = M_h + \frac{1}{2} \gamma_m (x - h') (s_2 + h' \text{ tang } \beta)^2 \text{ ed essendo}$$

M_h indipendente da x , la funzione M'_1 risulta di 1° grado rispetto ad x , onde il corrispondente diagramma sarà una retta

ottenendosene l'ordinata come prodotto delle corrispondenti ordinate delle tre rette (Vedi fig. 114), $O Y'$, $O Y''$, ed $O_1 Y'''$, di equazioni:

$$\begin{aligned} y' &= \frac{n}{2} \gamma_t x \text{ tang } \alpha \\ y'' &= x \text{ tang } \alpha \\ y''' &= h_r + \frac{1}{3} x. \end{aligned}$$

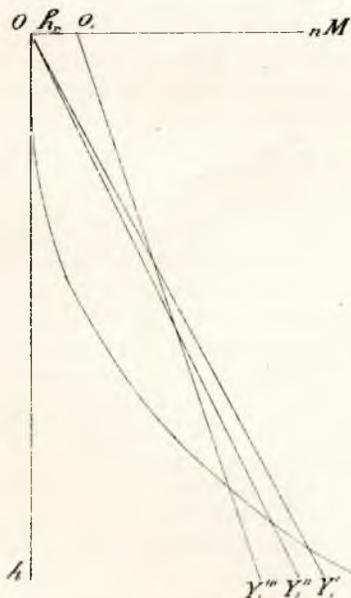


Fig. 114.

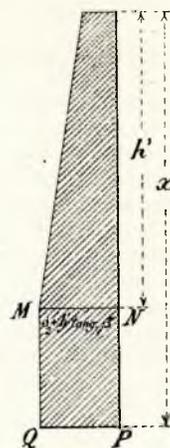


Fig. 115.

D E (Vedi fig. 113) la quale non può essere tangente al precedente ramo di curva perchè:

$$\frac{dM'_1}{dx} = \frac{1}{2} \gamma_m (s_2 + h' \text{ tang } \beta)^2$$

mentre:

$$\left(\frac{dM_1}{dx}\right)_{x=h'} = \gamma_m \left(\frac{s^2}{2} + 2 h' s_2 \text{ tang } \beta + h'^2 \text{ tang}^2 \beta\right) > \frac{dM'_1}{dx}.$$

Si tratta ora di determinare h' in modo che la retta rappresentante M'_1 incontri la retta che rappresenta $n M^*$ alla profondità data h .

Risulta dalla (3) che:

$$M_h = \gamma_m \left(\frac{s^2}{2} h' + s h'^2 \text{ tang } \beta + \frac{h'^3}{3} \text{ tang}^2 \beta\right).$$

Sostituisco nell'espressione di M'_1 :

$$M'_1 = \frac{1}{2} \gamma_m \left\{ s^2 h' + 2 s h'^2 \text{ tang } \beta + \frac{2}{3} h'^3 \text{ tang}^2 \beta + (x - h') (s_2 + h' \text{ tang } \beta) \right\}.$$

Inoltre dalla (2) si ha, per $a = a_2$,

$$n M^* = \frac{n}{2} \gamma_t a_2^2 \left(x + h_r - \frac{2}{3} a_2 \cot \alpha\right).$$

Posto $x = h$, bisognerà che la incognita h' soddisfi all'equazione:

$$M'_1 = n M^*$$

ossia:

$$\gamma_m \left\{ s^2 h' + 2 s h'^2 \text{ tang } \beta + \frac{2}{3} h'^3 \text{ tang}^2 \beta + (h - h') (s_2 + h' \text{ tang } \beta) \right\} = n \gamma_t a_2^2 \left(h + h_r - \frac{2}{3} a_2 \cot \alpha\right)$$

e posto al solito $H' = \frac{h'}{l}$, $S = \frac{s}{l}$ ecc.

$$H'^3 - 3 H'^2 H - 6 H' H S_2 \cot \beta - 2 S^2 H \cot^2 \beta + 3 n \frac{\gamma_t}{\gamma_m} A_2^2 \left(H + H r - \frac{2}{3} A_2 \cot \alpha\right) \cot^2 \beta = 0. \quad (16)$$

Mediante quest'equazione del 3° grado potrà in ogni caso speciale ricavarsi l'incognita H' .

Ritenuti i dati che ci servirono per la costruzione dei diagrammi riportati alla fig. 113 e posto inoltre $h = m. 15$ ossia $H = \frac{h}{l} = 2,50$, la (16) diviene:

$$H^3 - 7,50 H^2 - 31,1 H + 94,7 = 0$$

la quale offre $H' = 2,01$ e quindi $h' = m. 12,06$.

Adunque, per un rilevato dell'altezza di 15 m. sostenuto con muri a scarpa esterna del $\frac{1}{10}$, supposte verificate le altre

ipotesi sopra indicate, potrà annullarsi la scarpa esterna dei muri alla profondità di m. 12,06 sotto il piano stradale, senza che la stabilità discenda al disotto di quella prestabilita e corrispondente al coefficiente $n = 1,20$.

L'equazione (16), essendo del 3° grado, non si presta agevolmente al calcolo di H'.

Vediamo come si possa con sufficiente approssimazione determinare H' per via più comoda.

Dimostriamo innanzitutto che esiste un'altezza H₃, alla quale annullando la scarpa esterna, il momento-sollecitazione fittizio n M* non può più raggiungere il momento resistente M₁, comunque cresca l'altezza del rilevato.

In altre parole, havvi un'altezza H₃, alla quale annullando la scarpa esterna dei muri, la retta che rappresenta il momento resistente diviene parallela a quella che rappresenta il momento-sollecitazione fittizio.

Infatti si ha dalla (2):

$$\frac{d n M^*}{d x} = \frac{n}{2} \gamma_t a_2^2.$$

Inoltre, come si vide:

$$\frac{d M_1}{d x} = \frac{1}{2} \gamma_m (s_2 + h' \text{ tang } \beta)^2.$$

È evidente che potremo determinare h' in modo che si abbia:

$$\frac{d n M^*}{d x} = \frac{d M_1}{d x}.$$

Il valore h₃ che soddisfa a questa condizione si otterrà dall'equazione:

$$n \gamma_t a_2^2 = \gamma_m (s_2 + h_3 \text{ tang } \beta)^2$$

da cui:

$$h_3 = \left(\sqrt{n \frac{\gamma_t}{\gamma_m} a_2^2 - s_2} \right) \cot \beta$$

ed essendo

$$a_2 = l - 2 s_2$$

$$h_3 = \left\{ l \sqrt{n \frac{\gamma_t}{\gamma_m} - s_2} \left(1 + 2 \sqrt{n \frac{\gamma_t}{\gamma_m}} \right) \right\} \cot \beta.$$

ossia:

$$H_3 = \left\{ \sqrt{n \frac{\gamma_t}{\gamma_m} - S_2} \left(1 + 2 \sqrt{n \frac{\gamma_t}{\gamma_m}} \right) \right\} \cot \beta \quad (17)$$

valore sempre reale e finito, purchè $\beta > 0$, ciò che appunto si suppone (muri a scarpa esterna).

In virtù dell'equazione (16), ad ogni altezza dei muri $H > H_2$ corrisponde una profondità $H' < H$ alla quale è lecito annullare la scarpa esterna dei muri stessi: e, per quanto si disse, mentre H varia da H₂ ad ∞ , il corrispondente valore di H' varia da H₂ ad H₃.

Per determinare H' che corrisponde ad una data altezza H, senza risolvere l'equazione (16), si potrà usare una formula d'interpolazione, dopo avere ricavato H₂ dalla tabella e H₃ dalla (17).

Tabella dei valori di H₁, H₃, S₁, S₂

($n \frac{\gamma_t}{\gamma_m} = 0.9$).

Scarpa naturale delle terre $\varphi =$	Scarpa esterna del muro $\text{tang } \beta$	Indici delle lettere H ed S	H _r = 0.00		H _r = 0.05		H _r = 0.10		H _r = 0.20		H _r = 0.30		H _r = 0.40	
			H	S	H	S	H	S	H	S	H	S	H	S
			46°	0.00	1	1.196	0.261	1.158	0.268	1.122	0.276	1.057	0.288	0.998
		2	∞	0.327										
	0.05	1	1.383	0.230	1.305	0.239	1.264	0.247	1.190	0.262	1.122	0.275	1.061	0.288
		2	2.51	0.260	2.34	0.263	2.18	0.266	1.87	0.273	1.56	0.280	1.22	0.289
	0.10	1	1.531	0.194	1.483	0.203	1.438	0.212	1.353	0.229	1.276	0.245	1.205	0.259
		2	2.18	0.209	2.04	0.214	1.91	0.220	1.64	0.232	1.39	0.246	—	—
	0.20	1	2.019	0.096	1.961	0.108	1.905	0.119	1.797	0.141	1.697	0.161	1.603	0.179
		2	2.31	0.098	2.18	0.109	2.05	0.119	1.80	0.141	—	—	—	—
37°	0.00	1	0.954	0.261	0.917	0.271	0.883	0.279	0.819	0.295	0.764	0.309	0.716	0.321
		2	∞	0.327										
	0.05	1	1.052	0.237	1.010	0.247	0.972	0.257	0.901	0.275	0.840	0.290	0.786	0.303
		2	2.14	0.272	1.97	0.274	1.80	0.278	1.46	0.284	1.12	0.292	—	—
	0.10	1	1.150	0.212	1.118	0.220	1.075	0.231	0.997	0.251	0.928	0.268	0.876	0.281
		2	1.78	0.229	1.66	0.235	1.51	0.241	1.24	0.254	0.97	0.268	—	—
	0.20	1	1.440	0.140	1.387	0.153	1.336	0.166	1.248	0.188	1.150	0.212	1.053	0.237
		2	1.76	0.145	1.63	0.157	1.50	0.167	1.26	0.189	—	—	—	—
28°	0.00	1	0.795	0.261	0.757	0.273	0.733	0.280	0.664	0.301	0.614	0.316	0.569	0.329
		2	∞	0.327	∞	—								
	0.05	1	0.862	0.242	0.831	0.251	0.784	0.265	0.718	0.285	0.662	0.301	0.612	0.316
		2	1.91	0.281	1.73	0.284	1.54	0.286	1.17	0.293	0.79	0.303	—	—
	0.10	1	0.937	0.219	0.893	0.232	0.849	0.245	0.780	0.266	0.718	0.285	0.663	0.301
		2	1.55	0.243	1.40	0.247	1.25	0.255	0.97	0.268	—	—	—	—
	0.20	1	1.115	0.165	1.065	0.180	1.018	0.195	0.930	0.221	0.856	0.243	0.788	0.264
		2	1.44	0.174	1.31	0.185	1.18	0.198	0.93	0.221	—	—	—	—

Dai risultati sufficientemente approssimati la seguente :

$$H' = H_3 - \left(\frac{H_2}{H} \right)^2 (H_3 - H_2). \quad (18)$$

Ritenuti i dati adottati per la costruzione della figura 113, si ottiene colla (17):

$$H_3 = 2,51$$

valore che sostituito nella (18) offre, per $H = 2,50$,

$$H' = 2,03$$

mentre per via rigorosa si era trovato $H' = 2,01$.

Nella figura 113 si è tratteggiata l'area che risulta dalla differenza dei due diagrammi del momento resistente e del momento-sollecitazione fittizio. Tale area può riguardarsi come il diagramma dell'eccesso di stabilità.

Emerge da detta figura che per i muri di altezza maggiore di h_2 si ha esuberanza di stabilità per tutte le sezioni comprese tra la sommità e la profondità h_2 ; che rispetto alla sezione situata a profondità h_2 si ha la stabilità fissata n ; che al disotto di detta sezione la stabilità torna ad essere esuberante e, se si è opportunamente annullata la scarpa esterna, riducesi nuovamente a quella prefissa in corrispondenza della sezione di base.

Assai raramente avverrà di dover progettare muri di sostegno tanto alti che riesca sensibile l'economia realizzabile coll'annullare nel modo anzidetto la scarpa esterna; ed anche in questo caso, non sempre, per ragioni di estetica, si potrà assegnare ai muri la sezione indicata alla figura 115.

Può tuttavia qualche volta succedere che tale espediente permetta di realizzare un'economia non disprezzabile; e in certi casi può anche avvenire che, per speciali condizioni locali sia indispensabile adottarlo per limitare opportunamente l'occupazione del terreno.

Non ci pare pertanto di avere fatto cosa oziosa, studiando anche questo dettaglio, tanto più che ce ne offrivano il destro i dati ricavati nei precedenti capitoli.

Novi Ligure, maggio 1899.

Ing. C. S. RIVERA.

COSTRUZIONI CIVILI

LA NUOVA SCUOLA ELEMENTARE MODELLO

« GIACINTO PACCHIOTTI »

costruita in Torino dall'Ufficio Municipale dei Lavori Pubblici

(Veggasi la Tav. VI)

La Scuola Elementare che il dottore professore Giacinto Pacchiotti, Senatore del Regno, chiamando a suo erede universale il Municipio di Torino, prescriveva che fosse costruita « dietro i più recenti modelli, con tutta la perfezione dettata dalla moderna igiene delle Scuole, come tante se ne ammirano nel Belgio, in Inghilterra, in Germania », è pronta per essere solennemente inaugurata.

Questa Scuola Elementare modello, ha ormai tutta una storia di gestazione, la quale incomincia dal 1893, quando il Consiglio comunale approvava che fosse aperto un Concorso fra gli Ingegneri ed Architetti italiani.

Il concorso era stato stabilito a due gradi. Di quello di primo grado, al quale si erano presentati 62 concorrenti, l'Ingegneria Civile, pubblicava nei due numeri dell'aprile e maggio, 1894, un'ampia rivista, illustrata con una tavola e dodici figure nel testo, nonchè la Relazione della Giuria che conchiudeva col chiamare a prender parte al concorso di secondo grado ben 12 concorrenti.

E del risultato che ebbe il secondo stadio del concorso abbiamo pure con molti particolari discorso nel fascicolo di febbraio del 1895, riportando nella Tavola II la pianta e la

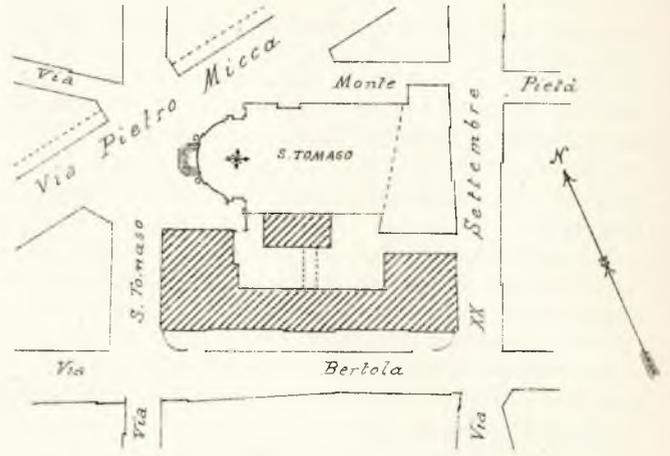


Fig. 116. — Piano della località ove sorge la Scuola « G. Pacchiotti ». Scala di 1 a 2000.

facciata principale dei tre progetti premiati, nonchè la Relazione della Commissione giudicatrice.

Senonchè nessuno dei progetti premiati, per quanto pregevolissimi, per le ragioni da noi lungamente esposte da bel principio a pag. 50 e 51 del 1894, poteva venire eseguito; troppo esiguo era il numero delle aule riservate a ciascuna delle due Sezioni, maschile e femminile.

« La prima condizione di una scuola pubblica modello, noi dicevamo fin d'allora, deve essere questa: che essa risponda ai bisogni della località nel cui centro viene eretta; e quindi nel caso concreto, non sarebbe condizione esagerata questa: che la Scuola municipale Pacchiotti debba poter contenere, tra le due sezioni maschile e femminile, complessivamente 1200 alunni. » E ne concludevamo che « nella località centrale prescelta sarebbero occorse non meno di 12 classi per la sezione femminile, e 15 classi per la maschile, 27 aule in tutto ».

Ond'è che noi dobbiamo innanzi tutto felicitare coll'Autorità Municipale che abbia trovato modo con nuove espropriazioni (vedasi la fig. 116) di ampliare l'area al massimo possibile, e coll'Ufficio Tecnico Municipale che valendosi di quella abilità ed esperienza in simili fabbricati che tutti in Italia gli riconoscono, abbia saputo trar profitto della nuova area disponibile per erigervi senza idee preconcepite, e giovandosi del buono e del meglio quale era apparso nei due surriferiti Concorsi, un fabbricato scolastico, che, date le condizioni della località nella quale doveva sorgere, e lasciate neppure totalmente da parte le condizioni necessariamente economiche di simili costruzioni, può dirsi a buon diritto riescito secondo i più recenti modelli. Ed è per questo che abbiamo creduto di conservargli il titolo di Scuola Elementare modello, per quanto la naturale modestia dell'Ingegnere-Capo dell'Ufficio Tecnico nella Relazione che qui riproduciamo in estenso, abbia soppresso quell'attributo, che pure rispecchia e riassume il concetto del munifico testatore.

G. SACHERI.

L'Amministrazione Comunale che già più volte, e sotto vari aspetti, aveva studiato il modo di risanare l'isolato San Tomaso, colse la favorevole occasione che si presentava dell'impianto della nuova « Scuola Pacchiotti » e destinava alla medesima un'area di circa mq. 2020, che ottenne acquistando alcune case ed unendovi quella dell'antico convento. Indisse poi un concorso a due gradi per il relativo progetto, ed a suo tempo questo Periodico ne riportò i risultati; ma in seguito a più maturo esame fu universal-

mente riconosciuta la convenienza di costruire una Scuola più ampia di quella prima deliberata, e l'utilità di compiere nel tempo stesso il risanamento dell'isolato. Si procedeva, quindi, all'espropriazione di altre due case ad ovest di quelle già possedute, portando così l'area disponibile a ben mq. 2660, e l'Ufficio Comunale dei Lavori Pubblici era incaricato di allestire un nuovo progetto che, pur rispondendo al concetto che era nella mente del munifico donatore, fosse mantenuto entro i limiti di una ragionevole economia.

Il progetto fu compilato su queste basi, seguendo, per le fronti esterne, il concetto sviluppato in quello che aveva conseguito il primo premio nel bandito concorso.

La Commissione d'ornato però, alla quale fu sottoposto il primo studio di massima, fu di parere che si dovesse radicalmente mutare lo stile delle facciate, e trattandosi di caso eccezionale, credette opportuno di concorrere direttamente alla formazione del progetto esecutivo, del quale si occupò in varie adunanze, valendosi specialmente del volenteroso concorso prestato da due fra i suoi componenti, dei quali pur troppo oggi si compiange di entrambi la perdita, il comm. ing. Petiti, ed il comm. ing. Riccio.

Il progetto definitivamente approvato, e la cui esecuzione è oramai compiuta, è riprodotto nella Tav. VI, dalla quale si desume che nel nuovo edificio saranno alloggiate ventitrè classi con altrettanti spogliatoi separati, oltre agli occorrenti accessori, come: sale di aspetto e di riunione, stanze per la Direzione e per gl'insegnanti, per i bidelli, ecc.; colla possibilità di far luogo anche ai bagni, dei quali intendesi appunto fare un esperimento.

La divisione delle classi maschili dalle femminili è stabilita in senso verticale, per cui ciascuno dei due scompartimenti ha classi al piano terreno ed ai piani superiori.

Per evitare assolutamente l'esposizione delle aule a nord, esse prospettano necessariamente sopra vie pubbliche: due sole, però, verso la frequentata via XX Settembre; le altre sulle vie San Tomaso e Bertola, nelle quali il transito non è molto intensivo; senza notare che la fronte verso la via Bertola, che è la più sviluppata, è arretrata di circa cinque metri dall'allineamento normale, lungo il quale corre una cancellata di chiusura.

Il fabbricato è destinato esclusivamente alla Scuola e suoi accessori; soltanto i bidelli vi abiteranno in appositi quartieri praticati nel sottotetto.

Il piano terreno è sopraelevato in media di 0,80 sul livello del marciapiede esterno, e sarebbe stato inutile alzarlo maggiormente, avendosi il piano sotterraneo in tutta l'ampiezza della fabbrica; in esso saranno collocati gli apparecchi per il riscaldamento e per l'aerazione, i magazzini di combustibile, ed il riparto per i bagni.

Il cortile interno è di eccezionale ampiezza, misurando ben mq. 800; ma per assicurare maggiormente la circolazione dell'aria, le due ali di fabbrica verso le vie XX Settembre e San Tomaso non sono spinte fino al confine della proprietà, ed i vani risultanti potrebbero, volendolo, essere chiusi soltanto con cancellate (vedi fig. 116).

Tutti i piani fuori terra sono coperti con solai in ferro, ottenendosi così la maggiore solidità desiderabile ed il massimo volume d'aria nelle aule; ma non è inutile avvertire che si sarebbe conseguita una notevole economia e risultati pure soddisfacentissimi, anche coprendo con volte ordinarie almeno il piano terreno ed il primo.

La Scuola ha ingressi separati ed abbastanza discosti per i fanciulli e per le fanciulle, protetti da tettucci con cristalli; a questi fanno seguito le sale di aspetto.

Le scale, in più branche con numero limitato di scalini, hanno larghezza di m. 1,50; le alzate non superano in alcun

caso 0,15 e le pedate sono di almeno 0,30. I parapetti posano direttamente sugli scalini, senza interposto collo d'oca od altro vano, ed i mancorrenti di legno noce sono muniti di grossi bottoni per impedire agli alunni di scivolarvi sopra.

Le latrine sono collocate agli estremi della fabbrica, ed ogni gruppo di esse è munito di vestibolo: il tutto con aria e luce diretta, si da garantire contro molestie esalazioni.

L'esperienza ha già dimostrato che le latrine interne, come sono progettate, soddisfano ottimamente a tutte le esigenze, sia d'igiene, sia di disciplina, al contrario delle latrine esterne che sono meno sorvegliabili e di accesso meno comodo; collocate poi in torri costruite nel mezzo del cortile, come vorrebbero alcuni, oltre al costituire uno sconcio estetico e togliere la grandiosità del cortile, incaglierebbero anche la libera circolazione dell'aria.

Ciascun sedile è fornito d'apparecchio con servizio d'acqua e sifone, ed altri sifoni trovansi applicati prima degli scarichi nella fogna; tanto questa quanto i vari tubi di discesa hanno opportuni sfiatoi.

Fino ad ora, nelle scuole anche recentissime costruite dal Comune di Torino, servivano da spogliatoi le gallerie fronteggianti le classi, e questa consuetudine non ha mai dato luogo ad inconvenienti seri; ma trattandosi ora d'una scuola in cui si devono applicare le ultime novità, ogni aula ebbe uno spogliatoio separato, nel modo che risulta dai disegni.

La pratica dimostrerà se cotesto accessorio sia veramente indispensabile; certo è che esso richiede un aumento non piccolo di superficie; e, ad esempio, in questa « Scuola Pacchiotti », se si fosse fatto a meno dei 23 spogliatoi, si sarebbero ottenute almeno altre sei aule; e dove l'area fabbricativa ha prezzo molto elevato, quest'argomento deve pur essere tenuto nella dovuta considerazione.

Le ventitrè classi hanno in media la superficie di mq. 50, cioè sono normalmente capaci di 50 alunni, i quali potranno ascendere in complesso a millecentocinquanta; a ciascuno di essi corrispondono cinque mc. di ambiente, soddisfacendo così a quanto si richiede dai più esigenti igienisti.

La Direzione trovasi al piano terreno; così riesce più comoda per i parenti degli alunni, e più facile è la sorveglianza all'ora dell'entrata e dell'uscita; è poi collocata in posizione da essere facilmente accessibile agli alunni ed alle alunne, senza che cessi l'assoluta separazione fra le due sezioni.

La luce nelle classi è unilaterale, come si preferisce quasi universalmente, ed arriva alla sinistra degli alunni; la maggior parte delle classi dispone di tre finestre, di maniera che gli spazi intermedi occupati da muro risultano di circa un metro: così è evitata la non uniformità d'illuminazione che si verifica quando i pilastri sono molto larghi.

Le vetrate delle finestre trovansi divise in due parti, delle quali la superiore a *vasistas* aprengenti intorno ad un asse orizzontale, onde facilitare la rinnovazione dell'aria nelle classi, senza recare molestia agli alunni.

A questo stesso scopo, tanto sopra le porte, quanto sopra gli armadi nel muro di colmo, destinati al servizio, si posero in opera sportelli apribili, i quali agevolano la circolazione dell'aria, in aiuto alle corrispondenti vetrate, e permetteranno, occorrendo, di abbassare la temperatura nelle classi.

Tutti gli angoli di muri vennero arrotondati; ma non si praticarono oggetti interni di cornici od altro, onde le pareti riescano perfettamente lisce e non si abbiano così a temere ristagni di aria o di polvere, e riesca più facile la pulitura.

I muri vennero tinteggiati a calce con colla, adottando nelle classi il verde pallido per le pareti e l'azzurrognolo per i soffitti; gli zoccoli però sono coloriti ad olio e verniciati per un'altezza di circa m. 1,40, per rendere possibili frequenti lavature.

Il pavimento delle classi è d'asfalto artificiale, come quello

che, mentre è il più economico, l'esperienza ha dimostrato il più adatto; infatti non mantiene l'umidità, è liscio senza essere sdruciolevole, non ha connesure, non è freddo perchè cattivo conduttore del calore, non produce nè polvere nè rumore come quello di legno, ha durata indefinita e può lavarsi anche con alcali senza che si alteri menomamente: nella Direzione e nei locali ad uso degli insegnanti si applicarono palchetti di legno.

Il sistema di riscaldamento adottato è quello a vapore a bassa pressione, con camere d'aria nel sotterraneo.

Il vapore generato da due caldaie, alla pressione di circa un terzo di atmosfera, riscalderà le stufe formate con elementi di ferro, poste in piccole camere nei sotterranei, le quali riscalderanno alla loro volta l'aria che verrà presa opportunamente dall'esterno; nei giorni meno rigidi potrà essere in esercizio una sola caldaia.

Sono disposte le cose in modo che l'acqua di condensazione ritorni da sè in caldaia, evitando così di alimentare continuamente le caldaie con nuova acqua, e conseguendo nello stesso tempo un'economia di combustibile.

Apparecchi speciali automatici regoleranno, per mezzo della pressione del vapore in caldaia, l'entrata nel focolare dell'aria di combustione, di maniera che la pressione non potrà nè discendere nè aumentare oltre il limite assegnato.

Il sistema di riscaldamento adottato è, fra i vari sistemi di riscaldamento a vapore, il più adatto, il più igienico ed il più pratico: l'aria venendo riscaldata nei sotterranei, la temperatura nei vari locali potrà venir regolata con molta facilità dal personale apposito, evitando così di abbandonarla ai criteri speciali degli insegnanti. Certamente la spesa d'impianto è molto maggiore di quella richiesta dai sistemi ordinariamente adottati; ma, trattandosi di una Scuola modello, si credette opportuno applicare questa migliore, la quale servirà anche per stabilire gli opportuni confronti e dare norma per le future congeneri costruzioni.

Le dimensioni degli apparecchi furono calcolate in modo che nelle classi e stanze si possa aver sempre una temperatura non inferiore a 15 centigradi, e nei corridoi, scale ed anticamere dei cessi non inferiore a 10 centigradi, anche quando la temperatura esterna scenda a -10° , tenendo conto inoltre che dalle classi si dovranno estrarre circa 750 m. c. d'aria all'ora, quanti cioè sono necessari perchè si abbia il rinnovamento totale dell'aria almeno tre volte all'ora.

La ventilazione, o meglio l'estrazione dell'aria viziata, nella stagione invernale è prodotta in modo discendente, mediante opportuni camini di richiamo, nei quali il tirante è prodotto da apposite stufe, pure riscaldate dal vapore; ogni classe ha tre bocche d'estrazione d'aria poste quasi al livello del pavimento e collocate nelle pareti laterali o dirimpetto a quelle in cui è aperta la bocca a calore (la quale si trova a circa m. 3 dal pavimento), per così ottenere la massima uniformità di riscaldamento e di aerazione nelle classi.

Nei locali dei cessi, però, e nelle loro anticamere, la ventilazione è fatta in modo ascendente e affatto indipendente da quella delle classi; il tirante d'aria viene provocato con piccoli apparecchi in cui circolerà il vapore, e sarà abbastanza efficace perchè aprendosi le porte di comunicazione coi corridoi si stabilisca una corrente diretta da questa all'interno delle latrine, e non mai nel senso inverso.

Nell'estate, oltre la ventilazione naturale ottenuta mantenendo aperti i *vasistas* esistenti nelle finestre e sopra le porte e gli armadi, si provocherà una ventilazione naturale ascendente dalle bocche poste all'altezza del soffitto, aprendo e chiudendo apposite paratoie nelle stesse gole che durante l'inverno servono per la ventilazione artificiale discendente.

La spesa presunta per la costruzione del progettato edi-

fizio era di L. 350,000 compresi gli apparecchi di riscaldamento, la sistemazione del cortile, le cancellate, ecc.

A quest'importo corrisponde il prezzo unitario di L. 15 per metro cubo di volume del fabbricato fuori terra, che è notevolmente superiore a quello degli edifici scolastici costruiti in Torino per l'addietro; l'aumento di spesa è essenzialmente dovuto alla specialità del sistema di riscaldamento, all'adozione degli spogliatoi separati per ogni classe, alla copertura dei locali con soffitti in piano, ecc.; si è fatto cioè qualche cosa in più del necessario, trattandosi di una Scuola alla quale provvede in gran parte la munificenza di un privato; con tutto questo, però, la spesa è ancora di molto inferiore a quella degli edifici scolastici di eguale importanza costruiti recentemente in altre città d'Italia.

Ing. T. PRINETTI.

NOTIZIE

L'acquedotto di Brunate (Como). — L'egregio ingegnere Achille Manfredini, nel n. 24 del suo *Monitore Tecnico* ci dà i seguenti interessanti particolari sulla condotta d'acqua potabile di Brunate (Como), inaugurata il 12 agosto.

L'acquedotto fu progettato dall'egregio ingegnere Antonio Giusani, gerente della Società dell'acqua e del gas, ed eseguito sotto la sua direzione dalla ditta Antonio Badoni di Lecco, per quanto riguarda la condotta (di ghisa), e ad economia per la parte muraria.

L'opera in sè non è di straordinaria importanza, trattandosi di una condotta per la portata normale di un litro al minuto secondo, e di una tubazione principale dello sviluppo totale di m. 6331,65. Ma merita appunto che facciasi onorevole menzione della massima cura e intelligenza con cui fu studiato il tracciato nelle singolari condizioni di quella località e più ancora del sano criterio di opportuna economia, al quale lo studio venne informato.

La planimetria generale ed il profilo longitudinale che riproduciamo (fig. 117 e 118) ne danno subito un'idea.

Le uniche sorgenti, onde Brunate poteva trarre l'acqua potabile che le occorreva, sono quelle del Frassino. Ma quando si avesse voluto girare le due valli di Ponzate e di Civiglio, seguendo una linea di pendenza uniforme, o quasi, siccome avevano già progettato altri tecnici, la condotta avrebbe avuto uno sviluppo così lungo da consigliare economicamente l'attuazione dell'impresa, o quanto meno da obbligare la Società a fissare per l'acqua un prezzo di consumo soverchiamente alto.

La condotta si compone di due tratte a sifone, riunite da un serbatoio alla sommità intermedia fra i due sifoni.

La prima tratta (in ghisa, del diametro interno di 7 cent.) parte dall'edificio di presa alla quota sul mare di m. 763,30, e scende per la valle del Frassino sino alla quota 591,40 (in modo che al punto più basso la pressione risulta di circa 17 atmosfere). Indi la condotta risale lungo la pendice del monte che separa la valle di Ponzate da quella di Civiglio, sino al serbatoio principale, della capacità di 150 m. c., con la quota di sommità 753,60 e la quota di fondo 750.

La seconda tratta (sempre in ghisa, ma col diametro in questa seconda parte aumentato ad 8 cent.) parte da serbatoio e scende sino al fondo della valle di Civiglio a raggiungere la quota di 611 metri,

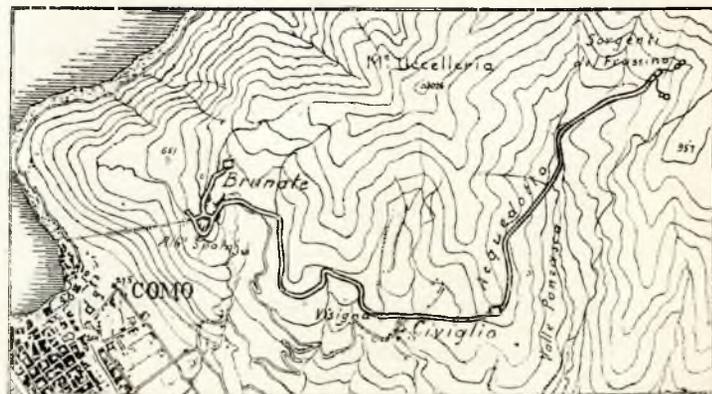


Fig. 117. — Planimetria generale dell'acquedotto di Brunate..

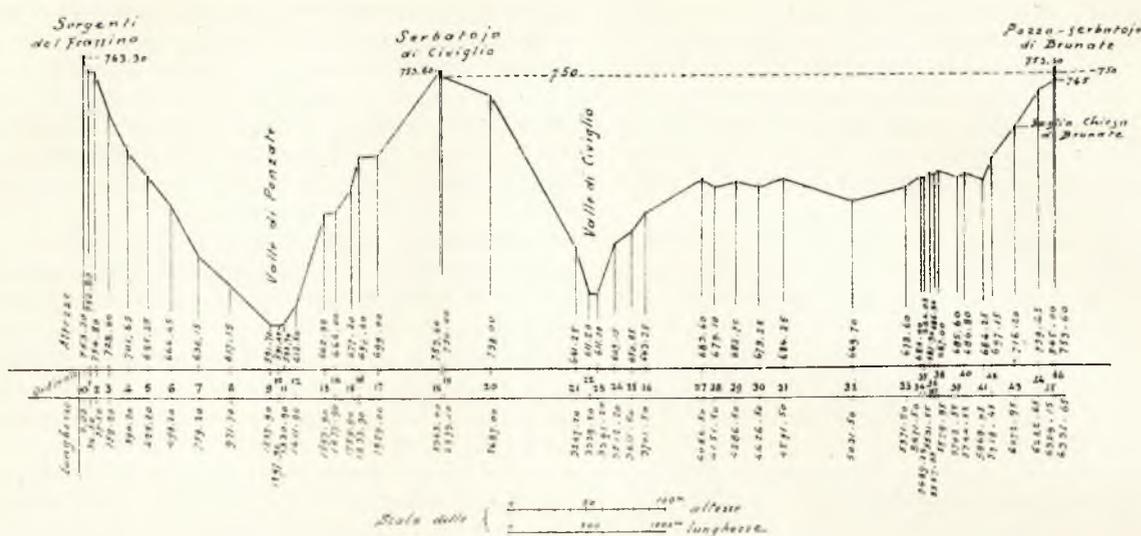


Fig. 118. — Profilo longitudinale dell'acquedotto di Brunate.

e quindi risale nuovamente, seguendo poi la strada comunale sino a Brunate, la soglia della cui chiesa è alla quota 716.

Il serbatoio intermedio fra i due sifoni, oltre a servire per immagazzinare l'acqua nelle ore in cui il consumo è inferiore alla portata della condotta, ha la importantissima funzione idraulica di evitare che, per effetto di una forte erogazione d'acqua in un punto basso della condotta, la linea di carico si deprima soverchiamente, si da far lavorare in aspirazione il tratto che riunirebbe i due sifoni.

Per il caso di riparazioni od espurghi al serbatoio, è disposto un sistema di tre saracinesche, intese ad escludere il serbatoio stesso dalla tubazione, potendo anche in questo caso la condotta funzionare senza inconvenienti come ha di fatto funzionato nei primi mesi di esercizio quando il serbatoio era ancora in costruzione.

Oltre a questo serbatoio intermedio, è progettata la costruzione di un pozzo serbatoio all'estremità attualmente chiusa, inteso a supplire alle istantanee forti richieste d'acqua di Brunate bassa, senza che per ciò si provochi un'eccessiva depressione della linea di carico.

La tubazione è pure munita di otto saracinesche d'interruzione per i casi di riparazioni in qualche punto della condotta, nonché di due scatole, tipo Torelli, per eventuali prove. In tutti i punti di ondulazione più bassi vi sono opportune saracinesche di scarico, e nei punti di ondulazione più elevati gli occorrenti sfiatoi per espellere l'aria.

La tubazione principale è posta alla profondità minima di un metro, ma in alcune tratte la profondità raggiunge e sorpassa anche i tre metri, onde l'acqua della condotta viene erogata freschissima; la sua temperatura, che il 13 agosto era di 8° C. alle fonti, malgrado lo sviluppo di m. 6332, non sorpassava i 12 gradi all'erogazione.

La tubazione secondaria, o di distribuzione agli utenti, è in ferro zincato ed ha la lunghezza complessiva di circa due chilometri. L'erogazione è fatta a getto libero con contatori del tipo Faller, ma colla massima parte degli utenti si fecero contratti annuali *à forfait*.

Sebbene la portata normale della condotta non sia, come si disse, che di un litro al l', pure è più che sufficiente per i bisogni di Brunate, anche nei periodi di maggiore consumo. Tant'è che, oltre alle ville, agli alberghi ed agli altri esercizi del paese, l'acquedotto alimenta due fontanelle pubbliche intermittenti, poste in territorio di Ponzate, due bocche d'incendio per Brunate, e provvede pure all'acqua di alimentazione per le caldaie della funicolare Como-Brunate.

(Dal *Monitore Tecnico*).

BIBLIOGRAFIA

G. B. MAFFIOTTI. — Il planimetro a scure di H. Prytz. — Teoria e pratica. — Op. in-8°, di pag. 30. — Torino, 1899. — Prezzo lire 1,60.

Ricorderanno i lettori il planimetro a scure ideato dal sig. H. Prytz, capitano nell'esercito danese, e che tanto sorprende per la sua estrema semplicità.

L'egregio ingegnere Maffiotti, distinto ed appassionato cultore della scienza applicata, che già erasi occupato del planimetro Prytz fin dal 1896 nella *Rivista di Topografia e Catasto*, ha riassunto nella presente Memoria il risultato di tutti i suoi studi sull'argomento, nell'intento precipuo « di contribuire alla diffusione del planimetro Prytz,

il quale per la sua semplicità, la sua robustezza, il suo tenuissimo costo (1) merita di essere conosciuto, potendo esso sostituire l'ordinario planimetro polare in quasi tutti i casi che si presentano al professionista privato, non esclusi quelli in cui si vogliono misure di precisione ».

Descritti brevemente lo strumento ed il modo di adoperarlo, e premesse alcune considerazioni geometriche sufficienti a dare, anche a chi non ha familiarità col calcolo infinitesimale, una spiegazione del perchè lo strumento possa servire alla misura delle aree, l'egr. A. svolge in apposito capitolo la teoria analitica, attenendosi sostanzialmente, e salvo qualche cambiamento nei particolari, a quella esposta da F. W. Hill nel *Philosophical Magazine*, vol. 38, settembre 1894.

La formula finale a cui si giunge dimostra che il metodo di misura proposto è soltanto approssimato, e che anzi conduce sempre ad un valore dell'area più grande del vero, onde l'A. nel capitolo seguente si occupa del modo di valutare con sufficiente approssimazione il termine di correzione, non parendogli il caso di seguire il meccanico Hamann di Friedman, che per evitare il calcolo del termine di correzione, costruì per il gabinetto della Scuola Superiore di Berlino, un planimetro Prytz congegnato in modo che il taglio lasci sulla carta l'impronta della curva percorsa (Vedi *Zeitschrift für Vermessungswesen*, 1896, pag. 643). Il planimetro così modificato perde evidentemente di quella semplicità che forma la sua bellezza e la sua ragione d'essere.

La regola semplice e pratica data dall'A. per calcolare speditamente il termine di correzione, permette di raggiungere col planimetro Prytz (e anche di superare in molti casi) la precisione conseguibile cogli altri planimetri più complicati. Ed a prova dell'asserto l'A. riporta lo specchio dei risultati sperimentali di misure eseguite su ben 15 figure geometriche come rettangoli, quadrati, cerchi, triangoli, ecc., dal quale specchio si scorge come l'area calcolata geometricamente, e la media aritmetica delle misure complete fatte col perimetro presentano differenze piccolissime, e l'errore medio varia a seconda della forma più o meno irregolare della figura da 1 millesimo a 5 millesimi dell'area.

Passa in seguito l'A. ad esaminare le condizioni alle quali deve soddisfare il planimetro; dimostra non essere necessario che il calcatoio e il taglio a scure siano precisamente in un medesimo piano, potendosi con un planimetro a taglio inclinato misurare le aree egualmente bene. La quale proprietà accresce ancora il pregio del planimetro Prytz perchè esonera il costruttore da ogni cura nel regolare la direzione del taglio, e dispensa chi se ne serve da ogni verifica al riguardo.

Il planimetro Prytz in confronto al planimetro polare ha il solo inconveniente del maggior tempo che esso richiede per dare l'area di una figura, dovendosi percorrere due volte un raggio oltre al perimetro della figura, e dovendosi procedere alla misura di due lunghezze a vece della semplice lettura di una graduazione.

Epperò il planimetro Prytz non potrebbe sostituire gli ordinari planimetri in tutti quei casi nei quali si tratta di calcolare migliaia e migliaia di aree, perchè il risparmio nella spesa d'acquisto dello strumento sarebbe presto assorbito dal maggior tempo e dal maggior costo delle misure. Ma sarà sempre il planimetro più indicato per i professionisti privati e per quegli uffici tecnici che solo di tanto in tanto devono procedere a qualche calcolo di aree.

G. S.

(1) I planimetri Prytz, costruiti dal meccanico Luigi Lucco di Torino, sono in vendita presso la Ditta G. B. Paravia al prezzo di lire 7 con custodia. Un buon planimetro polare costa almeno 50 o 60 lire.

Fig. 1. — Facciata sulla via Bertola.

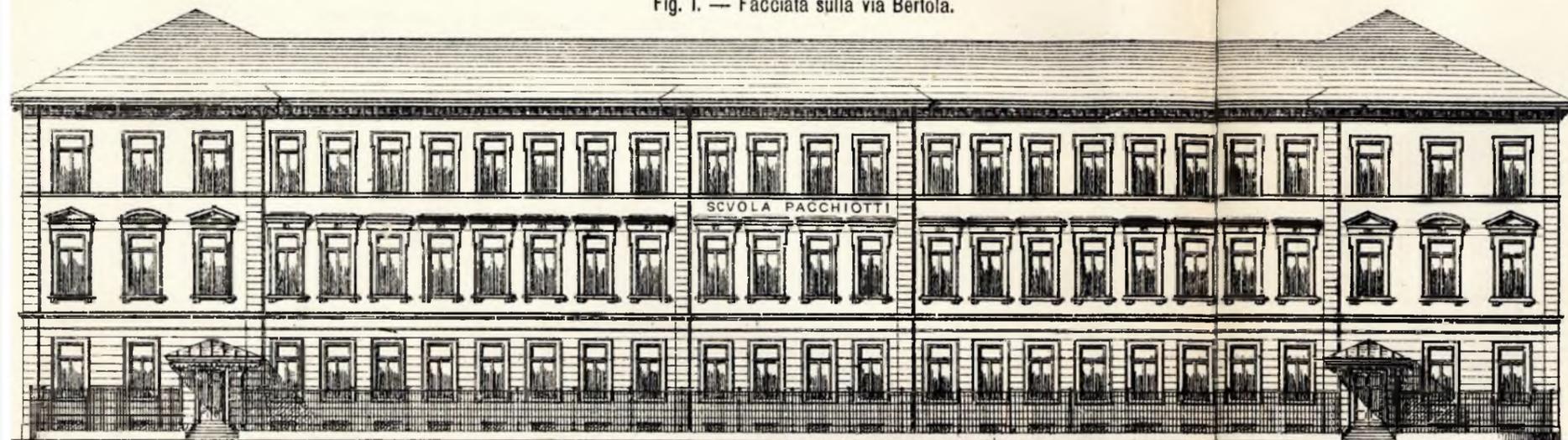


Fig. 2. — Sezione trasversale A B.

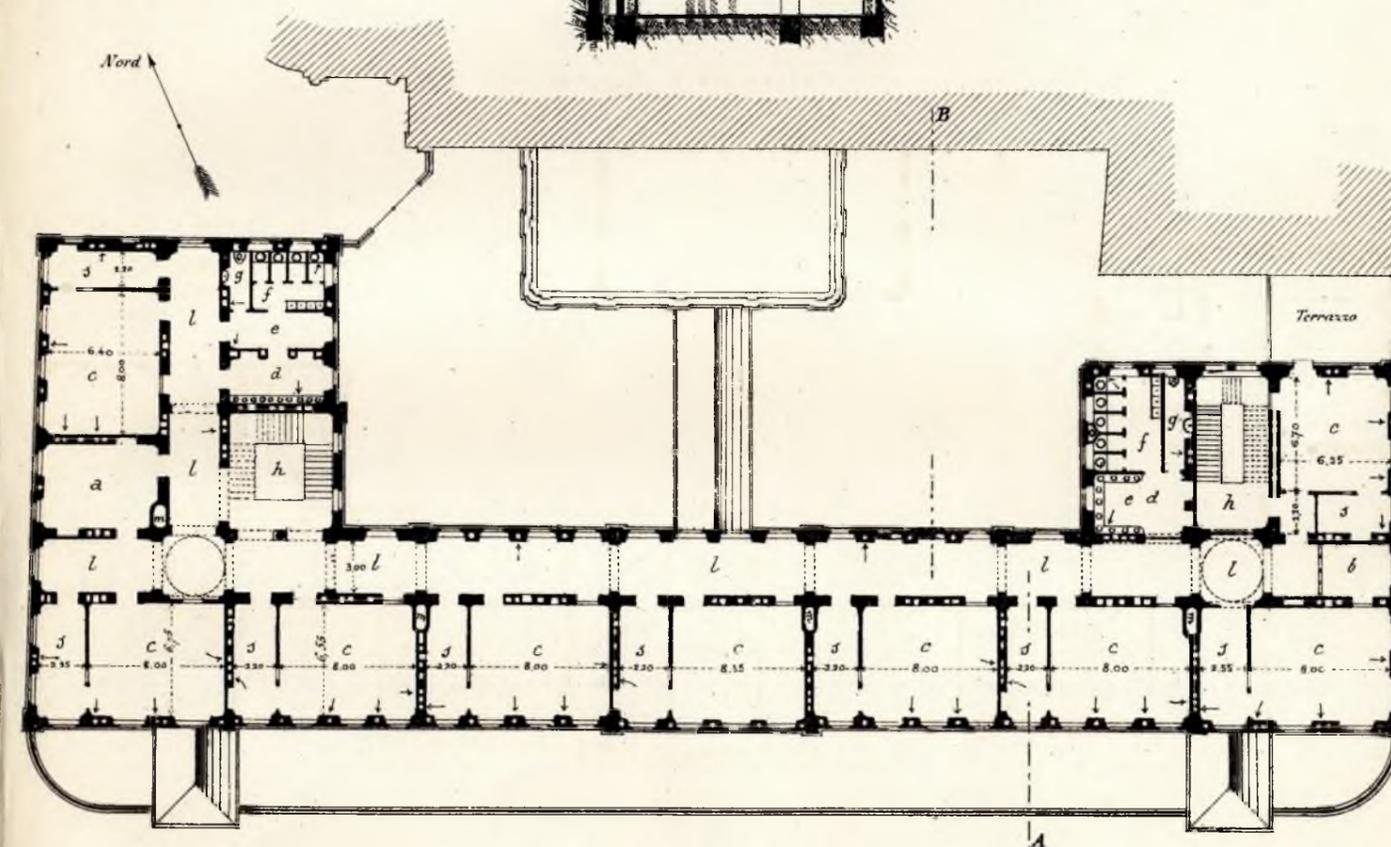
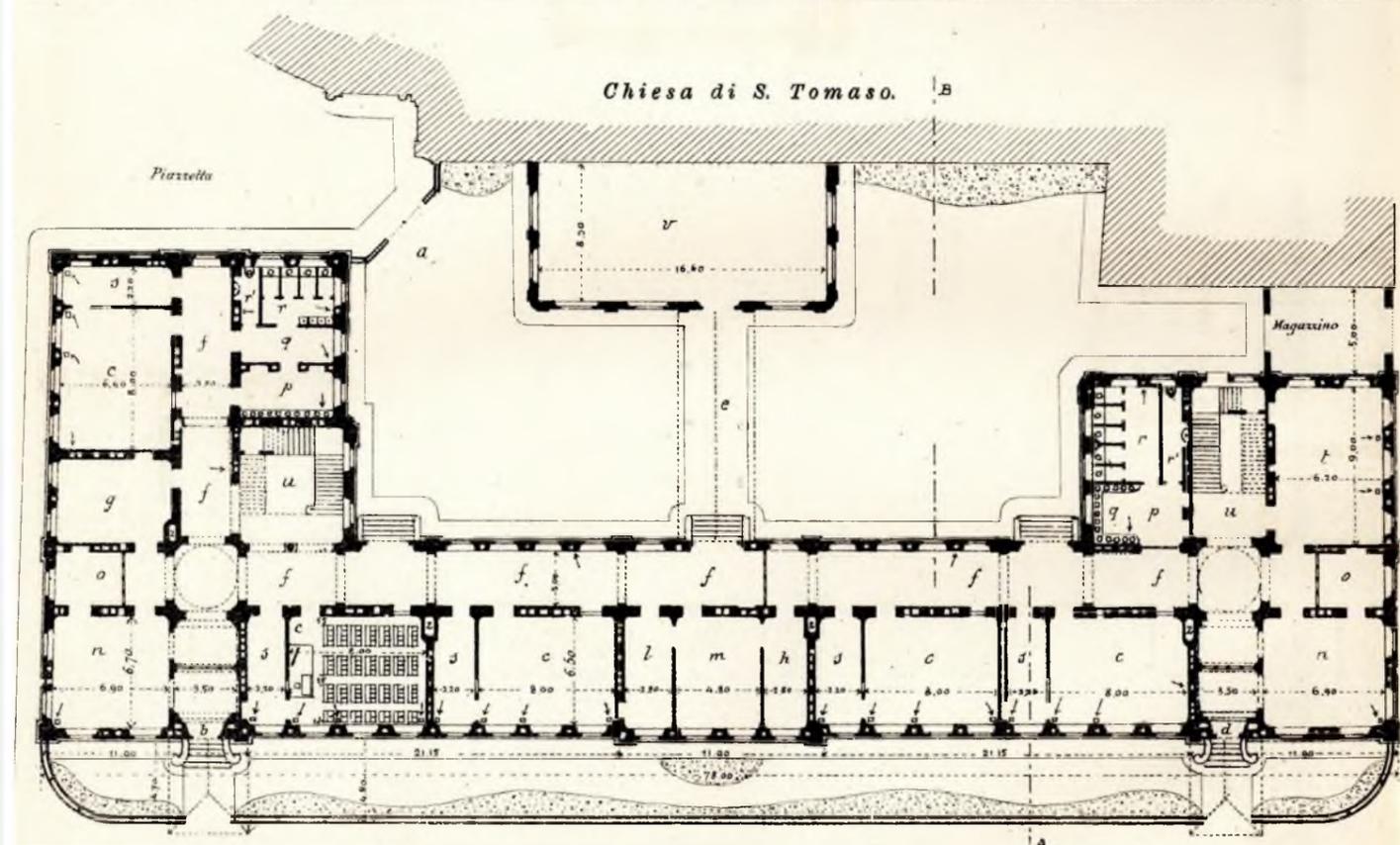
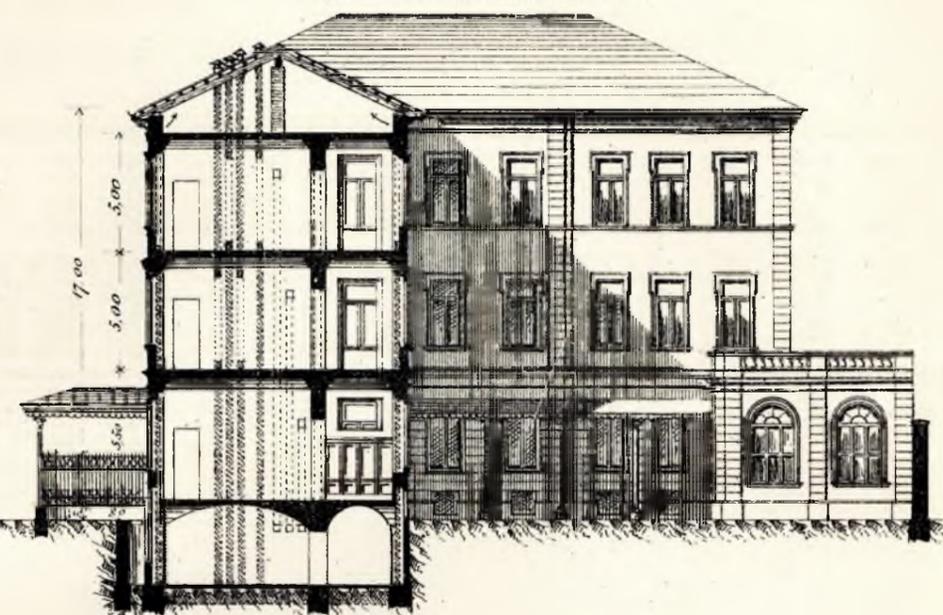


Fig. 3. — Pianta del piano terreno.

Fig. 4. — Pianta del primo piano.

- c classi
- s spogliatoi
- a passaggio carraio
- b ingresso per gli alunni
- d " per le alunne
- e tettoia-passaggio alla palestra
- f gallerie
- g maestri
- h maestre
- l direttore
- m direzione

- n sala d'aspetto
- o bidello
- p lavabo
- q anticesso
- r cessi
- r' cesso insegnanti
- t sala per riunioni, esami, conferenze, ecc.
- u scale
- v palestra
- z camini di aspirazione dell'aria viziata

- c classi
- s spogliatoi
- a sala per maestri
- b bidello
- d lavabo
- e anticesso
- f cessi
- g cesso per gl'insegnanti
- h scala
- l gallerie
- m camini di aspirazione dell'aria viziata.

Per le figure 1 e 2 scala di 1:300

" 3 e 4 " 1:400