

FOGNATURE MODERNE.

NORME GENERALI CHE SI ADOTTANO NELLE FOGNATURE MODERNE.

Da molti si pretende, e con ragione, che nelle nuove fognature non dovrebbero scorrere che le deiezioni diluite, le acque lorde e le pluviali, ma giammai i corpi solidi e le scopature delle strade. In tal caso sarebbe d'uopo di proscrivere in modo assoluto il sistema di *tout à l'égout* stato adottato a Parigi, il quale consiste nel gettare nella canalizzazione il fango e le immondizie. In quanto alle materie escrementizie esse vi dovrebbero arrivare perfettamente fluide e diluite con molt'acqua, siccome altresì opinerebbe l'ingegnere Daniel E. Mayer che ha fatto un lungo studio sulle fognature e dal quale noi ne approfittiamo largamente.

L'ingegnere inglese Lindley che in Germania ha costruito delle canalizzazioni importanti essendo stato invitato dal borgomastro di Eberfeld di studiare due programmi per la canalizzazione di quella città, cioè l'uno coll'ammettere le materie escrementizie, l'altro coll'esluderle, rispondeva con ragione che un solo programma era bastante poichè la rete di fognatura sarebbe stata eguale in ambedue i casi.

A Berlino allorquando si trattò dei diversi sistemi da adottarsi nella sua fognatura, vale a dire quello *separatore* delle acque meteoriche, oppure il sistema *promiscuo*, la scelta cadde a favore di quest'ultimo per le seguenti considerazioni.

1.^o Che le acque di pioggia che lavano le strade sono altrettanto sporche quanto quelle di fogna;

2.^o Che nei condotti le acque meteoriche sono utili perchè vi formano una lavatura naturale;

3.^o Che è preferibile sempre aver le fogne praticabili.

4.^o Che è difficile in pratica ed in una grande città di mantenere rigorosamente la separazione delle materie fecali, dai condotti per le pluviali.

5.^o Che è conveniente il sistema separatore solo quando in una piccola città le acque meteoriche possano defluire sulle superficie stradali.

6.^o Che per le grandi città il sistema separatore è una doppia spesa;

7.^o Che i sistemi tubolari inglesi, o quelli Waring, sono causa di parecchi inconvenienti e si è sempre in cerca di espedienti per farli funzionare.

In alcune città siffatti canali di fognatura non solo sono destinati a raccogliere le acque pluviali che defluiscono sulla strada o pervengono dalle case che vi fronteggiano; non solo ricevono le acque lorde e le materie fecali delle latrine ma comprendono altresì i tubi per la condotta dell'acqua potabile; quelli per tradurre il gas, finalmente i fili elettrici e telegrafici, come ha luogo a Parigi.

Il sistema seguito a Parigi cioè di comprendere tutti i diversi servizi nei canali di fognatura impegna necessariamente nella costruzione di grandi acquedotti dispendiosissimi, sia per assegnare a ciascun tubo, o filo, il posto che gli conviene sia per ottenere un comodo passaggio per gli operai, che devono curare le diverse tubazioni e diramazioni. Oltre a tutto questo si presentano diversi inconvenienti che dipendono particolarmente dalla presenza continua di operaj fra loro indipendenti e che sono del tutto estranei allo scopo principalissimo della fognatura. Gli è perciò che in molte città, fra le quali Milano, si sono esclusi dalla fognatura i condotti del gas dell'acqua potabile e dei fili elettrici essendosi provveduto per questi servizi mediante condotti separati.

1. — *Volume d'acqua e delle materie da defluire nelle fognature ed elementi delle spese di costruzione.*

Nei canali di fognatura devono defluire.

1.^o Le acque provenienti dagli acquai delle case e le materie fecali delle latrine.

2.^o Le acque destinate al servizio pubblico e quelle che servono all'industria.

3.^o Finalmente le acque pluviali.

Il volume totale delle acque di scolo delle case è facile a determinarsi specialmente nelle città ove esiste una distribuzione pubblica delle acque.

A Parigi il servizio pubblico, vale a dire l'innaffiamento delle strade, le lavature dei canali, l'alimentazione delle fontane monumentali, ecc. ha una grande importanza impiegandovi più di 100 litri d'acqua al giorno per ciascun abitante. La sola lavatura dei canali consuma una gran parte di questo volume d'acqua, ma si considera un'opera di lusso, non avendo luogo ciò nè a Londra, nè a Berlino, nè a Vienna.

Il consumo della famiglia si potrebbe soddisfare con meno di 100 litri d'acqua per abitante e per giorno.

In quanto all'acqua necessaria per l'industria essa in generale in una città non può essere di una grande importanza. Si può adunque ammettere che nella fognatura vi defluiscano giornalmente 150 litri d'acqua per persona ed anche meno come ha luogo a Berlino a Vienna ed anche a Parigi, astrazione fatta delle acque del servizio pubblico.

Ora chiamando con S il numero degli ettari servito dalla fognatura e con N il numero degli abitanti per Ettaro (1), il deflusso ordinario nella fognatura in metri cubici ogni 24 ore sarà generalmente espresso dalla formola:

$$q = 0,150 S N$$

(1) Il numero medio degli abitanti per ettaro è:

300 a Parigi

200 a Berlino.

e se viene ripartito sopra 12 ore questo deflusso totale, si avrà un valore ammissibile di deflusso medio per secondo :

$$Q = 0,000\,00347 \times S N$$

L'esistenza delle grandi industrie consumando molt'acqua può influire a rendere debole questa valutazione. Uno stabilimento a vapore di 500 cavalli con condensazione consuma soltanto esso una quantità d'acqua superiore al consumo domestico di tutta una ditta di 20 mila abitanti.

In ogni caso il deflusso ordinario può essere facilmente valutato, quantunque variabile da un giorno all'altro.

Non è così riguardo alle acque pluviali.

Se viene ripartita la quantità d'acqua che riceve annualmente il bacino servito dalla fognatura sulla durata totale di un anno, si otterrà una cifra generalmente inferiore di quella che abbiamo qui indicata come cifra ordinaria. Ma questa quantità media non ha qui alcun interesse. Si tratta invece di conoscere la durata delle piogge in relazione all'acqua caduta. A Parigi per esempio cade annualmente uno strato d'acqua di circa 0,600; e dalle osservazioni meteorologiche si ha che la durata della pioggia è del 0,052 del tempo totale. L'intensità media di una pioggia per ettaro e per secondo sarà adunque in metri cubici :

$$\frac{6,000}{365 \times 86,400 \times 0,052} = 0,00366$$

di una tale quantità d'acqua una parte soltanto arriva alla fognatura in causa della perdita per infiltrazioni nel suolo e per l'evaporazione.

A Parigi tali perdite per filtrazione e per evaporazione sono poco considerevoli, in quantochè la maggior parte della superficie è fabbricata o pavimentata, si può ammettere che soltanto $\frac{2}{3}$ dell'acqua caduta va alla fognatura; ed effettuando le calcolazioni sopra questa base si troverebbe che il deflusso nella fognatura durante una pioggia media sarebbe doppia del deflusso ordinario (1).

In Milano la quantità media della pioggia annuale è di millim. 998 per cui si può ritenere, senza un errore sensibile di 1 metro. In questa città la quantità della pioggia ha due massimi e due minimi all'anno. La massima quantità

135 a Vienna.

133 a Levallois-Perret (Senna).

90 a Neuilly sulla Senna.

50 a Boulogne sulla Senna.

261 a Milano (città murata).

340 a Torino.

950 a Napoli nelle parti basse ed in media 600.

(1) Si tratta del deflusso totale durante tutto il tempo di una pioggia media. Il deflusso per secondo, dovuto a questa pioggia, sarà in generale molto minore di quello qui indicato, inquantochè bisogna tener conto anche del tempo impiegato a giungere alla fogna. È raro il caso in cui la fognatura scarichi quindi $\frac{1}{6}$ dell'acqua caduta nello stesso tempo sul bacino colante.

ha luogo ordinariamente nei mesi di Ottobre e Novembre, in ognuno dei quali possono cadere da 110 a 120 millim. di acqua. La minima quantità d'acqua si verifica in febbrajo e luglio. In ciascuno di questi mesi possono cadere da 60 a 70 millim. d'acqua. Ma si hanno spesso delle quantità massime di pioggia, come sarebbe quella avvenuta nell'ottobre del 1872 che raggiunse l'altezza di 376 millimetri.

Dalle osservazioni meteoriche fatte nell'intervallo di un secolo si ebbe che il numero medio annuale dei giorni piovosi è di circa 90. Nel corso dell'anno a Milano la serenità oscilla dal 30 al 77 per cento.

Comunque sia, le precedenti considerazioni non forniscono il massimo volume dell'acqua pluviale da scaricarsi dai condotti, inquantochè vi sono delle piogge e degli uragani violenti che in pochi minuti cadono quaranta o cinquanta, volte più d'acqua di quella indicata nel calcolo precedente. Belgrand ha calcolato che possa cadere in un minuto secondo metri cubici 0,125 per ettaro, ed il Bazin dà per Digione l'indicazione di un millimetro per minuto, ossia di met. cub. 0,160 per secondo e per ettaro.

A Milano nel 1825 l'altezza massima caduta in un uragano salì a 22 millim. all'ora che corrisponde ad ogni ettaro al volume di met. cub. 0,061.

Dalle osservazioni fatte a Capodimonte in Napoli si ebbero i seguenti risultati:

8 Luglio	1867	millimetri	43	in	50	minuti
8 »	1877	»	43	55	»	»
16 Settembre	1878	»	56	30	»	»
30 »	»	»	38	30	»	»
6 »	1870	»	27	35	»	»

A Napoli i nubifragi hanno una durata sempre minore di un ora, e per lo più non vanno oltre la mezz'ora.

Riesce però assolutamente inutile di esigere che i canali di fognatura abbiano una sì grande capacità di scolo.

Vi sono delle perdite come già si disse per l'infiltrazione e per l'evaporazione. Il vuoto totale della rete di condotti non si può trascurare per rapporto alla quantità d'acqua che cade in via eccezionale; e se le piogge sono violenti durano in generale per breve tempo.

Il Belgrand prendendo in considerazione questi diversi punti del problema calcolò che a Parigi la fognatura doveva scaricare per secondo un volume di acqua pluviale eguale ad $\frac{1}{3}$ della massima caduta ossia:

$$\frac{\text{met. cub. } 0,125}{3} = \text{met. cub. } 0,04167 \text{ per ettaro}$$

A Zurigo furono instituite delle esperienze delicatissime per determinare la massima quantità dell'efflusso delle acque pluviali nei canali di fognatura. Si concluse che nelle condizioni normali la complessiva quantità d'acqua che giunge

alle fogne per effetto di pioggia ascende tutt'al più al 70 per cento dell'acqua caduta. Ma la massima portata per secondo sta fra $\frac{1}{3}$ ed $\frac{1}{2}$ dell'acqua mediamente caduta per ogni secondo durante la pioggia. E tenendo conto della durata della massima intensità, rispetto a tutto il periodo della pioggia, il rapporto si riduce fra $\frac{1}{4}$ ed $\frac{1}{3}$.

A Dresda l'ingegnere Mank ha fatto il seguente esperimento « Una pioggia caduta il 2 Luglio 1877 che ha dato millimetri 49,8 in un'ora, si ridusse nella fogna della *Ostra-Allée* alla portata di una pioggia continua di millim. 10,187 all'ora. La superficie di strade lastricate cortili e casamenti insieme essendo di Met. q. 800,000 ne ricavò il rapporto fra la portata nelle fogne e la pioggia caduta di 1 a 4,60.

Lo stesso Mank ha esperimentato che tanto più piccoli sono i bacini tanto più il volume d'acqua meteorica affluente in ogni unità di tempo nel canale si approssima a quello che realmente cade; avviene l'inverso coll'ingrandirsi del bacino. E tenendo conto dell'estensione di questo sulla base di un'altezza massima di pioggia di millim. 64,80 in un'ora, determinò una scala i cui estremi e l'intermedio sono i seguenti.

Per un bacino da 0 a 25 000 met. quad. l'altezza di pioggia convogliata si riduce a 58 millim.

Per un bacino da 300 000 a 400 000 metri si riduce a 20 millim.

Per un bacino di 800 000 metri e più a 14 millim.

Nella canalizzazione della fognatura di Berlino si ritennero i seguenti elementi: massima altezza di pioggia millim. 24 in un'ora, della quale altezza viene convogliata alle fogne per un terzo e $\frac{2}{3}$ vanno dispersi, per cui la portata della fogna è basata sulla quantità di 8 millimetri all'ora.

Ammesse le circostanze che si verificano a Parigi si potrebbe accettare la cifra di Belgrand cioè metri cubici 0,04167 per ettaro, sottraendo però la superficie dei giardini dei terreni coltivati.

Calcolando in tal maniera il deflusso massimo nella fognatura di Parigi per le acque pluviali ne risulta un deflusso maggiore di 30 volte quello ordinario.

Alcuni ingegneri inglesi hanno proposto di far prevalere in qualche città il sistema delle due canalizzazioni, l'una per le acque pluviali, l'altra per le acque lorde provenienti dalle case, appoggiandosi in ciò che tali condotti non possono convenire a due scoli di condizioni cotanto differenti.

Ma questo sistema oltre che riesce di gran lunga più costoso non permette di utilizzare delle acque di pioggia per ripulire i condotti con un più abbondante deflusso ed una velocità maggiore, in conseguenza di che nella massima parte dei casi, questo sistema non viene seguito, adottandosi soltanto in alcune circostanze speciali, una canalizzazione distinta per le acque provenienti dai grandi acquazzoni siccome venne praticato a Varsavia e siccome fu proposto per la fognatura di Napoli.

Al volume delle acque pluviali si deve inoltre aggiungere quello dei liquidi e delle materie provenienti dalla fognatura domestica, vale a dire le acque lorde degli acquai e dei *water-closet* e le dejezioni solide e liquide.

In quanto al volume delle acque lorde esso dipende essenzialmente dal numero degli abitanti, dalla quantità d'acqua potabile di cui si può disporre e dal maggiore o minore consumo secondo il grado di civiltà e di pulitezza. Il Parches ha trovato che per ciascun abitante e per giorno per gli usi domestici vi occorrono 54 litri d'acqua.

Secondo l'igienista inglese Lutham vi occorrono litri 4,54 per ogni seduta di latrina. A Parigi ed a Napoli ne richiedono invece 10 litri.

Giusta Arnod ogni abitante produce al giorno grammi 976 di dejezioni, ossia liquide 897 e 79 solide. Il solido sta al liquido come 1 a 11. Secondo il Pettenkofer si avrebbero di materie fecali Chilogr. 34, di orine Chilogr. 438 e di acque lorde dagli acquai Chilogr. 90 e ciò per ogni persona e per anno. Si nota che per ciascun metro cubico di dejezioni si ha il peso medio di Chil. 1100. Si ammette da molti che le dejezioni di un corpo umano siano per un medio di 2 litri al giorno per persona.

Con questi dati si potrà valutare con bastante approssimazione il volume giornaliero delle acque lorde e delle dejezioni che deve accogliere la fognatura.

Elementi di spesa per la costruzione dei canali. — Le dimensioni dei canali e conseguentemente la spesa di una fognatura dipende da due elementi, vale a dire dalla quantità d'acqua da scaricarsi e dalla pendenza disponibile.

A circostanze eguali la spesa di costruzione di una fognatura sarà altrettanto minore quanto più la pendenza del terreno sarà maggiore.

Se si denominano con r il raggio di un tubo oppure la semilunghezza di un condotto ovoidale, la velocità dell'efflusso è proporzionale a $\sqrt{r^2 I}$; raddoppiando non si diminuirà r che del 15 per 100; e triplicandolo del 25 per cento. Ora tanto nel caso di una galleria in muratura, quanto dei tubi, la spesa di costruzione di una fognatura aumenta più presto di r ma molto meno presto che r^2 . Laonde a meno che il rapporto medio delle pendenze da una città all'altra raggiunga delle cifre eccezionalmente grandi, la variazione dell'importanza delle opere non sarà considerevole.

La spesa per la costruzione di una fognatura per ogni abitante dipenderà dalla densità della popolazione e tenderà ad aumentarsi nello stesso tempo che questa diminuisce.

Infatti confrontiamo una stessa lunghezza di fognatura in due città che abbiano una differente densità. — Il deflusso ordinario sarà proporzionato alla densità. In quanto alle acque pluviali si può fare un'ipotesi favorevole alla città che abbia una densità minore che di ammettere per la diminuzione delle superficie lastricate e fabbricate una riduzione di volume di tali acque proporzionale a quello del deflusso ordinario. Una stessa lunghezza di fognatura, secondo questi dati, dovrà avere nelle due città una capacità di scolo proporzionale agli abitanti vale a dire al numero N di abitanti per ettaro. Dunque per uno stesso valore di I , N sarà proporzionale a $\sqrt{r^2}$ ovvero r proporzionale ad $N^{\frac{2}{s}}$. Si al-

lontana di poco dai risultati dell'esperienza ammettendo che la spesa per la costruzione di una fognatura è proporzionale ad $\sqrt{\frac{s}{4}}$. Si vede adunque che la spesa di una stessa lunghezza di fognatura nelle due città sarà approssimativamente proporzionale alla radice quadrata della densità e la spesa per ogni abitante inversamente proporzionale a questa stessa radice quadrata.

2. — *Disposizione generale di una rete di fognatura.*

Nella massima parte delle città le vecchie fognature si sono stabilite secondo le linee della maggior pendenza del terreno onde così scaricare le acque il più presto nei fiumi.

Poi allorquando l'inquinamento delle acque nel fiume nell'attraversamento della città diventò insopportabile, venne il pensiero di costruire un collettore laterale al fiume stesso per raccogliere le acque della fognatura e condurle a valle della città. Questa disposizione venne adottata a Londra costruendo sulla destra del Tamigi un grande collettore per il piano basso e due altri collettori superiori che vanno a congiungersi al primo a Greenwich per costituire un solo collettore fino ai serbatoi. — La stessa cosa venne fatta sulla sponda sinistra del fiume ove trovasi un collettore basso che segue in gran parte l'andamento del fiume e nel quale vi defluiscono il collettore medio e quello dell'alto piano congiungendosi a Lift per procedere in un solo emissario sino al serbatoio. Questo secondo provvedimento può essere considerato come definitivo a meno che non vi concorrano circostanze particolari come ebbe luogo a Monaco. A Vienna e Budapest ove il fiume in tempo di piena ha un deflusso enorme e sommamente rapido per cui a valle della città non si formano dei depositi che a grande distanza e quindi riescono totalmente innocui alla salute. Ma il più spesso queste condizioni non si possono soddisfare cosicchè si è costretti di depurare le acque delle fognature. In tal caso queste acque vengono convogliate a valle della città ove torna più conveniente. Così a Berlino ove il terreno è piano si ebbe il vantaggio di adottare una soluzione nuova, che si può chiamare sistema radiale, ove le fognature vanno dal centro a diversi punti scelti sulla periferia dai quali mediante macchine le acque vengono sollevate per irrigare i campi circonvicini. Questo sistema che si trovò molto appropriato per Berlino non potrebbe convenire in un suolo meno piano e per una città di secondo ordine.

A Parigi vi sono tre collettori principali, vale dire quello della sponda destra della Senna che conduce ad Asnières; il collettore della sponda sinistra che si unisce nel precedente a Clichy dopo di avere sottopassato il fiume mediante un sifone; finalmente il collettore del nord che raccoglie le acque degli alti piani. In questi tre collettori vanno a scaricare tutti i canali della fognatura dell'intera città.

Nella fognatura di Varsavia il Lindley trovò di costruire una serie di collettori sopra tutta la superficie della città nella direzione da mezzogiorno a tra-

montana parallelamente all'alveo della Vistola, riunendoli in un solo collettore generale il cui sbocco è tale da assicurare lo scarico delle acque anche nelle maggiori escrescenze del fiume.

La città di Francfort trovandosi intersecata dal fiume Meno rimane divisa in due parti. Nella sua fognatura il Lindley (padre) escluse il sistema *perpendicolare* e preferì invece i collettori *longitudinali*, in quanto che non si aveva con ciò che di tradurre le sole acque della zona a monte. Venne separata la parte alta dalla parte bassa della città costruendo dei collettori in direzione pressoché parallela al fiume, riunendo quelli di ciascuna serie in emissarij speciali. Ai collettori fece convergere le fogne secondarie nella direzione ortogonale al fiume cioè secondo il massimo declivio del suolo.

Nella fognatura di Bruxelles si conservarono in gran parte le antiche condutture, le quali avevano il loro scarico nella Senna; ma in causa delle esalazioni pestifere emanate dai depositi lungo le sponde del fiume le nuove fognature eseguite dal 1867 al 1875, si fecero scaricare a valle della città ed alla distanza di circa 5 chilometri. Se non che durante le piene del fiume, che si elevano da m. 1,55 a m. 4,90 sullo sbocco dell'emissario delle fogne, è necessario di sollevare con macchine le acque delle stesse fogne per scaricarle nel fiume, nello stesso modo che ha luogo a Budapest.

Nelle proposte fatte per la fognatura di Napoli il cui progetto venne approvato ed i lavori sono già in corso di esecuzione, si comprendono tre collettori uno di essi è destinato esclusivamente per le acque meteoriche delle colline le quali si scaricano direttamente al mare, gli altri due collettori raccolgono tanto le acque lorde e le deiezioni quanto le acque pluviali scaricandole nel mare alla distanza di chilom. 15,50 in prossimità di Cuma.

3. — Della forma delle fognature e del loro profilo longitudinale.

Indipendentemente dalla quantità d'acqua, dei liquidi e delle materie convogliate nel canale di fognatura, la sua sezione trasversale dovrebbe avere delle dimensioni bastanti per poter eseguire comodamente le opere di riparazione e di manutenzione e quindi essere di facile accesso agli operai. A tal fine basterebbe la larghezza di m. 0,80 e l'altezza di m. 1,30, quando peraltro non si comprendessero nella fognatura i tubi per l'acqua potabile per il gas, i fili elettrici ed altri servizi, nel qual caso le dimensioni di altezza e larghezza dovrebbero necessariamente aumentare.

Ma lo scopo precipuo a cui si deve aver riguardo nella costruzione del canale di fognatura, astrazione fatta dagli altri servizi che vi si vogliono accumulare, si è quello di far in modo di non aver bisogno della mano d'opera degli operai per lo sgombrò dei depositi o delle ostruzioni che si possono verificare. Che sia possibile di raggiungere questo scopo lo dimostrò l'esperienza di molte città inglesi e tedesche fra le quali basterà citare la città di

Francfort sul Meno ove il 20 per cento della fognatura consiste in tubi ed il 50 per cento in Gallerie dell'altezza di m. 0,93 (1).

« Lo sgombrò della rete si eseguisce esclusivamente dall'acqua e col sussidio di un sorvegliante e di 5 operaj; molte tratte della fognatura si conservano esse medesime sgombre; altre hanno bisogno di uno spurgo periodico, per togliere dal fondo i depositi di sabbia, limo ed altre sostanze. Questo servizio di sgombrò costa L. 10 000 all'anno per 143 chilometri di rete ».

Non si deve però credere che questi eccellenti risultati si ottengano con un gran volume di acqua poichè nel momento in cui furono costrutte le linee precipitate la città di Francfort non aveva a sua disposizione che un volume d'acqua inferiore a 150 litri per abitante e per giorno, che è la quantità normale che si adotta più comunemente.

Questo esempio non è il solo, poichè l'esperienza ha dimostrato che in una città ove il declivio non sia sommamente piccolo, ed ove il consumo dell'acqua si avvicini ai 150 litri per abitante e per giorno, una rete di fognatura deve sgombrarsi colle sole acque. Basterebbe di prendere delle misure tali da impedire l'introduzione nei condotti dei corpi solidi ed ingombranti.

L'Ingegnere inglese Baldwin Latham in un'opera sopra tali questioni ha stabilito, dietro un gran numero di esperienze, a m. 0,62 la velocità media, al disotto della quale non si deve discendere per impedire i depositi nella fognatura.

E l'Ingegnere in capo Haywood calcola che la velocità di m. 0,90 è insufficiente per trasportare le sabbie, ma che il fango comincia a muoversi sotto l'azione della velocità di m. 0,30.

Il Freycinet e con esso gli ingegneri inglesi Bateman ed Hemans dichiarano che la pendenza di m. 0,20 per chilometro può bastare per il deflusso dei liquidi anche in seguito alle esperienze fatte a Londra. Ma secondo Edoardo Widmer essa si dovrebbe aumentare. A Bruxelles, per esempio, è di m. 0,30 per chilometro. A Berlino da m. 0,36 a m. 0,50, ed a Danzica da m. 0,42 a metri 0,67.

Il Fonssagrives accenna ad esperienze fatte in Inghilterra in cui l'acqua di un acquedotto, colla velocità di m. 0,16 al secondo, aveva trasportato dei mattoni alla distanza di 1700 piedi inglesi (m. 58).

Ed il Fichera cercò di dimostrare teoricamente la sufficienza della velocità di metri 2,40 al secondo per trascinare qualunque corpo immerso nell'acquedotto.

Supponiamo, egli dice, che sia caduta nell'acquedotto una pietra del peso di 3 chilogrammi, la quale presenti normalmente all'urto dell'acqua una superficie progettata di un decimetro quadrato, ed abbia il volume di decimetri cubici 1,20. L'altezza corrispondente alla velocità di m. 2,40 al secondo, è m. 0,20; così la colonna d'acqua spingente la pietra equivarrebbe ad una forza di:

$$0,20 \times 0,01 \times 1000 = 2,90 \text{ chilogr.}$$

(1) Veggasi a tale riguardo il rapporto dell'Ingegnere Lindley sulla canalizzazione di Francfort intorno al quale ci occuperemo più innanzi.

Il corpo immerso nel liquido ha perduto il peso di chilogr. 1,20 e conserva quello di chilogr. 1,80. Ciò che resiste al movimento della pietra è il suo attrito col fondo dell'acquedotto; che pure ammettendolo col coefficiente di 0,50 darebbe per ostacolo opposto dalla pietra ad essere trascinata:

$$\text{Chilogr. } 1,80 \times 0,5 = 0,90 \text{ chilogr.}$$

Dunque se chilogr. 2,90 rappresenta la forza che spinge la pietra a chilogrammi 0,90 quella che resiste alla spinta è chiaro che la pietra si deve muovere (1).

La Commissione istituita a Lisbona per lo studio della fognatura in quella città, dopo molte discussioni trovò di adottare le seguenti massime:

a/ Nelle strade che hanno soltanto 6 metri di larghezza i condotti dovrebbero avere la sezione appena necessaria per lo scolo dei liquidi; nelle strade più larghe si dovrebbero adottare delle sezioni capaci per poter visitare i condotti.

b/ La velocità del deflusso non dovrebbe essere in nessun punto inferiore a metri 0,67 per secondo, e ciò nelle fognature di grandi dimensioni; nelle fognature con dimensioni medie, del diametro da m. 0,30 a m. 0,60, la velocità dovrebbe essere di m. 0,70 e di m. 0,91 nei piccoli condotti.

Per le quali cose si deve concludere che lo smaltimento delle materie si otterrà più o meno prontamente ogni qualvolta sarà più o meno maggiore la velocità media nella fognatura.

Nella fognatura di Varsavia il Lindley ha stabilite le seguenti pendenze.

Al Collettore principale venne assegnata la pendenza di metri 1 sopra 250 metri di lunghezza che corrisponde al 4 per mille.

Al Collettore più elevato la pendenza al principio è dell' 1,66 per mille; indi aumenta sino al 2 per mille, di poi al 4 per mille e finisce col 2,20 per mille.

Ma tutto questo fu in conseguenza delle condizioni altimetriche del terreno sul quale si operava e non già per un'idea preconcepita.

Le dimensioni dei canali di fognatura vanno determinati in guisa di ottenere la *massima* velocità nel deflusso; e siccome questo massimo di velocità per una data quantità di acqua corrisponde al minimo della sezione, così vi è tutto l'interesse di usare la maggior economia di costruzione per ottenere questo risultato.

A Parigi si hanno delle prove evidenti di questi fatti; colà si sono costrutte delle grandi gallerie coi cunicoli della larghezza di m. 0,50, anche laddove vi era una piccola quantità d'acqua. Questo filetto d'acqua, estendendosi su tutta la larghezza della platea, perde della sua velocità e produce dei depositi. Si può rimediare a tale difetto costruendo una galleria con un piccolo cunicolo siccome venne praticato in alcune località.

In seguito alle esperienze di Bazin sulle dimensioni del diametro del cu-

(1) FICHERA. — Risanamento delle città.

nicolo ove le pareti siano mediamente lisce si ebbero i seguenti risultati intorno al coefficiente da applicarsi nella formola pratica pel deflusso delle acque :

$$\frac{S}{P} I = K v$$

nella quale si ha :

- S Area della sezione bagnata (in metri);
- P Perimetro bagnato ;
- I Pendenza per chilometro ;
- v Velocità media del deflusso per secondo ;
- K Coefficiente empirico.

Questo coefficiente empirico, pei valori di $\frac{S}{P}$, che si chiama *raggio medio*, risulta dalla seguente Tabella :

$\frac{S}{P} = 0,50$		K = 0,2166
0,25		0,2432
0,125		0,2964
0,100		0,323
0,075		0,3667
0,050		0,456

Il coefficiente 0,33 uniformemente ammesso dal Belgrand a Parigi rappresenta adunque un valore medio troppo forte, pei grandi condotti, e troppo limitato pei piccoli tubi, ma che si può ritenere abbastanza esatto nella maggior parte dei casi.

In quanto al profilo trasversale, o sezione della fognatura, in vista delle grandi variazioni che subisce il deflusso ordinario al deflusso massimo, la conclusione, secondo la formola, sarebbe che la forma migliore del condotto dovrebbe avere la platea od il fondo circolare, il cui diametro sarebbe determinato dalla considerazione del deflusso ordinario e si allargherebbe in seguito per offrire al deflusso massimo una capacità bastante.

La sezione rettangolare venne quindi proscritta, e ciò pei seguenti motivi cioè :

1.º Perchè non si può ottenere l'impermeabilità del condotto colla presenza degli angoli dai quali succedono sempre le infiltrazioni dei liquidi.

2.º Perchè i filetti fluidi, presso gli angoli retti inferiori, incontrando molto attrito vi depositano le materie in sospensione e sono di poi la causa della putrefazione.

3.º Perchè ogniquale volta si ha una tenue quantità d'acqua la corrente ha una piccolissima altezza, per rispetto alla larghezza, e quindi la velocità è piccolissima.

4.º Finalmente perchè il rapporto tra la superficie della sezione ed il suo

contorno non è il massimo e quindi la velocità a parità di liquido fluente non è la massima.

Nella fognatura di Oxford la cui lunghezza è di 72 chilometri si hanno i canali per $\frac{3}{10}$ circa colla sezione ovoidale costrutta con muratura di mattoni, ed i restanti con tubi a sezione circolare formati di *gres*. Le dimensioni dei primi varia da m. 1,32 per m. 0,90, e da m. 0,60 per m. 0,46. Il diametro dei secondi è da m. 0,36 a m. 0,18 colla pendenza minima del m. 0,56 per mille. Ma è da notarsi che in queste fognature non sono ammesse le acque pluviali che per $\frac{1}{20}$ del loro volume le quali vanno a defluire nei vecchi condotti che esistevano sotto le strade.

La velocità della corrente si accresce altresì in ragione diretta delle pareti più o meno lisce. A tale riguardo in seguito agli studi intrapresi da Darcy e Bazin venne data dai medesimi la seguente formola:

$$v^2 = \frac{\frac{S}{P} I}{\alpha \left(1 + \beta \frac{P I}{S} \right)}$$

in cui v è la velocità; S la sezione bagnata; P il contorno di questa sezione; I la pendenza per metro, α e β sono coefficienti variabili colla natura delle pareti:

per pareti molto lisce $\alpha = 0,00015$ e $\beta = 0,03$

per pareti poco unite $\alpha = 0,00024$ e $\beta = 0,25$

Con essa si dimostra che colla levigatezza delle pareti decresce il denominatore, quindi aumenta la velocità.

Benchè la forma ovoidale sia teoricamente la più vantaggiosa per un deflusso variabile ciò nullameno nella pratica molte volte si impiegano i tubi circolari sia in gres che in calcestruzzo di cemento Portland. A Parigi si usano i tubi di gres verniciati che presentano una superficie liscia e non sono intaccati dagli acidi che si contengono nelle acque di fognatura; ma in tal caso nella posizione in opera dei tubi si esige la massima cura e che siano disposti sopra rettilinei. Questa canalizzazione non conviene che alle strade strette e regolari, e non già a quelle irregolari e tortuose.

A Berlino ove i $\frac{4}{5}$ della canalizzazione consiste in tubi, venne adottato per le strade larghe un eccellente sistema. Esso consiste nel collocare due tubi sotto i marciapiedi. Questa disposizione evita gli scavi nella carriera e riduce di molto la lunghezza delle diramazioni provenienti dagli sbocchi delle case, le quali conservano una pendenza bastante al deflusso delle acque allorquando la fognatura è poco profonda. Sembra che la stessa disposizione sia stata adottata a Roma nelle nuove fognature.

L'impiego dei tubi si proporrebbe per le pendenze convenienti dal diametro di m. 0,24 a quello di m. 0,50. A Francfort si adottarono i tubi ovoidali dell'altezza di m. 0,93 e della larghezza al fondo di m. 0,62, formati da calcestruzzo di cemento Portland; essi costituiscono la maggior parte della canalizzazione.

Col diametro di m. 0,50, e colla pendenza dell'uno per cento, si ha un deflusso di m. c. 0,365 per secondo ossia in ragione di 0,04167 d'acqua pluviale per ettaro corrispondente ad un bacino di 9 ettari; e qualora $i \frac{2}{3}$ del bacino siano a giardini od a terreni coltivati, potrà servire per 27 ettari.

A Francfort basta soltanto la corrente a conservare sgombri i canali, come già venne detto più sopra.

Non succede lo stesso a Berlino ove esistono altresì delle gallerie in muratura dell'altezza da m. 0,90 ad 1 metro, ma ove le pendenze sono eccessivamente limitate. Malgrado le precauzioni prese per evitare l'introduzione della sabbia in queste fognature essa si depone al lungo di tali gallerie, e per effettuare lo sgombrò necessitano gli operaj che devono eseguire un lavoro sommamente penoso. Lo stesso inconveniente, dovuto al difetto di pendenza, si presenta altresì nei tubi ma in circostanze meno gravi, poichè basta di far passare delle spazzole tirate da funi nei tubi, che tendono ad ostruirsi, per sgombrarli interamente.

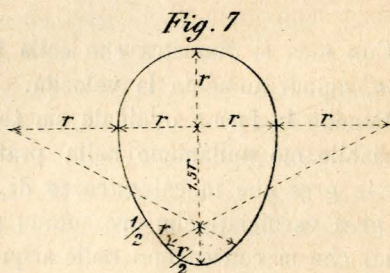
Un collettore generale di forma ovoidale, simile a quello delineato nella figura 7 dell'altezza di m. 2 e della larghezza massima di m. 1,66 colla pendenza dell'uno per mille, pieno soltanto sino alle imposte della volta scaricherà m. c. 1,70 per secondo. È questa una quantità tre volte maggiore del deflusso ordinario di una città di 150 000 abitanti.

Spiegazione della figura 7

Larghezza all'imposta	$2 r$
Simile al centro del cunicolo	$\frac{1}{2} r$
Altezza del condotto	$3 r$
Sezione totale del condotto	$4,46 r^2$
Perimetro	$7,84 r$

$$\text{Capacità d'efflusso (pieno)} \quad \frac{3,363}{V \bar{K}} \quad V \sqrt{rs} I$$

$$= 5,80 \sqrt{rs} I \text{ per } K. 0,33$$



In una città adunque di 100 000 abitanti, anche nel caso che la popolazione tenda ad aumentarsi rapidamente, con un acquedotto di questa grandezza si potrà scaricare facilmente non solo le acque lorde ma altresì le piogge medie.

Da tutto questo emerge che i più piccoli collettori di Parigi, che hanno l'altezza di m. 2,30 anche nelle strade poco larghe, presentano delle dimensioni eccessive.

4. — STRUTTURA DEI CONDOTTI.

Gli igienisti si sono curati assaissimo nel prescrivere che le pareti ed il fondo dei condotti siano resi impermeabili e quindi costrutti con buoni materiali e che possano resistere all'azione continua della corrente. Per ottenere questo scopo si devono adunque escludere i materiali assorbenti, quali sono le pietre tufacee, i mattoni malcotti, oppure formati con terre argillose non depurate; ed i muri vanno orditi con malta di cemento, oppure idraulica, mista colla sabbia della migliore qualità. Si deve poi avere la massima cura nella esecuzione delle stesse murature per cui vanno applicati degli operaj abbastanza esperti (1).

Se si volge uno sguardo alle fognature fin qui eseguite si scorge che la massima parte di esse venne costrutta con mattoni orditi con cemento o malta idraulica; ma dopo le applicazioni fatte a Londra ed a Milano il calcestruzzo di cemento viene adottato assai vantaggiosamente, sia fondendolo sul posto, sia foggiaandolo a prismi debitamente induriti prima della loro posizione in opera.

In Inghilterra e nelle profonde trincee i condotti, siano circolari od ovoidali, allorchè le dimensioni non superano i m. 0,90 di altezza, si usano i mattoni collocati nel senso della larghezza, ossia colle pareti della grossezza di m. 0,114. Pei condotti di maggiori dimensioni, ossia fino all'altezza di m. 1,85, si collocano i mattoni secondo la loro larghezza, ossia le pareti e la vòlta sono grossi metri 0,228. Aumentando le dimensioni interne del condotto se ne accresce contemporaneamente la grossezza delle pareti; così nei grandi collettori si hanno le dimensioni di m. 0,45 e di m. 0,67 ossia di due o tre mattoni.

In questi ultimi anni a Londra i canali secondarj sono formati da calcestruzzo come già si disse, rivestiti da uno strato sottile di mattoni. A Ginevra, dove il collettore generale della sponda sinistra del Rodano ha le dimensioni variabili in altezza da m. 2,06 a m. 3,20 colle larghezze da m. 1,30 a m. 2,30, il con-

(1) I mattoni di buona qualità e che vanno impiegati nella costruzione delle fognature devono presentare le precise dimensioni che furono prescritte, ben modellati cotti a giusta misura, senza bava, semi interi, di un suono chiaro ed acuto, nella frattura di una grana fina e compatta, e privi di particelle calcari. Quelli deformi, screpolati, rotti, sfarinati negli spigoli, diacciuoli, di un suono sordo e cupo, porosi, terrei e vitrei nella frattura, i mattoni malcotti ed i *ferrioli*, così denominati dal loro colore bigio ferreo e che per essere stati cotti con troppa violenza sono resi vetrificati, si devono ricusare. Infatti un mattone quando è vetrificato non fa presa colla malta e non è più suscettivo d'impiego, sia per la sua deformità, sia pel taglio difettoso.

Il pregio che i mattoni antichi avevano sui nostri, si deve attribuire non già alla qualità dell'argilla, ma bensì alla diligenza che si usava nel prepararla, purgarla, aerarla, ed impastarla; come ancora alla condotta ben regolata del fuoco non mai interrotto il quale cominciando con lentezza deve crescere sempre a gradi e non giungere al sommo se non quando il calore è penetrato sino al centro dei mattoni ed è svolta interamente l'umidità. Tutte queste condizioni vengono soddisfatte facendo cuocere i mattoni nei forni a fuoco continuo.

dotto venne gettato ad anelli di calcestruzzo di cemento di S. Sulpizio, colle grossezze variabili da m. 0,25 a m. 0,35.

Le fognature in Milano, costrutte in calcestruzzo di forma ovoidale, tanto fuso sul posto e rese perciò monolitiche, quanto coll'impiego dei prismi, che hanno le dimensioni interne di m. 1,80 di altezza per m. 1,50 di larghezza, le pareti sono grosse uniformemente m. 0,30, ed il calcestruzzo è formato da tre parti di ghiaia vagliata, 2 di sabbia ed una di cemento idraulico denominato Portland (2).

Nelle fognature tedesche il materiale impiegato è generalmente il mattone, meno nelle fognature di Breslavia nelle quali la platea è di granito. A Francfort i condotti sono di $\frac{1}{2}$ mattone ossia di un mattone disposto in larghezza; a Berlino di un mattone intero in altezza.

A Bruxelles i collettori a banchine sono di mattoni grossi alla serraglia metri 0,58, ma nei canali secondarij hanno lo spessore costante di m. 0,18.

Nella fognatura di Varsavia furono impiegati i mattoni per la formazione delle spalle e della volta con malta di cemento. Questa malta dapprima era formata da una parte di cemento e tre di sabbia della Vistola; da ultimo venne sostituita la malta nella proporzione di 1 di cemento sopra 4 di sabbia; in ambedue i casi il risultato fu eccellente. Questi muri furono in parte rivestiti di gres, ad eccezione del fondo in cui si impiegarono dei prismi di cemento idraulico per avere la superficie più liscia.

A Londra il calcestruzzo è formato da 7 parti di sabbia e pietrisco, e da una parte di Portland. Però secondo il Latham questa malta sarebbe troppo magra ed invece egli adottò la proporzione di 5 parti di sabbia e di pietrisco per una parte di cemento.

Laonde le proporzioni adottate dal Latham sono conformi e quelle seguite in Milano ove si ebbero dei risultati molto soddisfacenti.

Nella costruzione dei canali di fognatura in Napoli essendo conveniente l'impiego del tufo e delle pietre vulcaniche, venne prescritto l'intonaco interno di cemento idraulico dello spessore di 5 centimetri all'oggetto di provvedere all'impermeabilità dei muri.

(2) Il cemento artificiale, denominato anche *Portland*, è costituito da marne calcari di diversa composizione mescolate insieme coll'aggiunta di creta pura o d'argilla in modo di ottenere un miscuglio che presenti esattamente, allo stato secco, la composizione necessaria, che è di circa il 78 per cento di carbonato di calce e del 22 per cento di argilla e qualche centesimo di ossido di ferro e di calcari.

I cementi preparati a dovere sono di un grigio più o meno carico, leggermente verdastro ed in polvere la più fina possibile. Si devono rifiutare tutti i cementi che lasciano una quantità sensibile di residui sullo staccio di tela metallica N. 2 di 185 larghezze di maglia almeno ogni decimetro.

La densità del cemento artificiale è uno degli indizi più certi della sua buona qualità. Un ettolitro di cemento raso e non compresso pesa da chilogr. 1400 a chilogr. 1600. Si devono quindi rifiutare tutti i cementi che hanno meno di 1200 chilogrammi di peso.

La malta formata di una parte di cemento e da due parti di sabbia, non deve far presa in un tempo minore da 6 a 10 ore. Laonde la malta di cemento può essere impiegata nella formazione di qualunque muratura in quantoche lascia tutto il tempo che può abbisognare per essere adoperato come si desidera.

La malta di buon cemento, dopo 5 giorni dal suo impiego, resiste allo sforzo di trazione di circa 5 chilogr. per centimetro quadrato, e dopo un mese tale resistenza risulta quasi il doppio di quella qui indicata.

Se non che non è bastante di avere delle buone murature impermeabili per la regolare condotta delle acque lorde, ma richiedesi inoltre, che l'intonacatura interna sia resistente e molto liscia, affinchè non siano arrestate le materie travolte dalle acque e non si appiccichino esse alle pareti ed al fondo. Ciò accadendo ne emergerebbe la putrefazione delle materie e le conseguenti emanazioni deleterie. Dalle esperienze fatte dal Darcy e Bazin, che abbiamo più sopra accennato, la velocità dell'acqua nei condotti, a parità di pendenza, aumenta o decresce in ragione diretta della maggiore o minore lisciatura delle pareti e del fondo. L'esperienza ha mostrato che se per ottenere una velocità della corrente di circa m. 0,65 nei condotti cilindrici con una superficie liscia, può bastare la declività di m. 0,25 per chilometro, vi occorre invece la pendenza di un metro se il canale è rettangolare con intonaco greggio.

Lo spessore dei tubi di argilla varia colla qualità delle terre: questo spessore a Berlino corrisponde ad $\frac{1}{12}$ del diametro, ma in essi si impiega l'argilla fatta di Belgero e di Bitterfeld. Siffatti tubi sono verniciati internamente con vernice salifera.

A Londra si fabbricano due specie di tubi di terra cotta cioè i tubi di *fire-claye* che sono di terra refrattaria estratta dalle ganghe del carbon fossile, ed i tubi di *stone-ware* smaltati di gres, costituiti da un impasto di argilla plastica e grani di sabbia silicea; i primi sono meno fragili e non tanto facili alla rottura per urti, ma a parità di spessore sono più deboli dei secondi.

In Alsazia si producono tubi d'argilla di qualità eccellente per la loro resistenza, e spesso vengono preferiti ai tubi di ghisa.

Nella fognatura di Berlino si sono preferiti i tubi di argilla a quelli di cemento idraulico, quantunque questi ultimi fossero più resistenti; e ciò pel motivo che la superficie interna non era perfettamente liscia come quella dei tubi di argilla. Da qui si vede quale e quanta importanza viene data allo stato della superficie interna dei condotti.

A Milano ai tubi di terra cotta si preferiscono quelli in gres, il quale è una terra a base albuminosa che va mescolata ad una piccola quantità di argilla comune nella proporzione di 7 ad 1, onde ottenere la plasticità della pasta.

Per la costruzione degli stessi tubi la pasta viene ridotta sotto la forma di un prisma rettangolare e mediante un filo metallico separata in fogli grossi un centimetro circa, i quali si avvolgono all'anima conica del tubo e se ne compie in seguito la fabbricazione.

Si possono ottenere dei tubi mediante la compressione della pasta collocandola sotto di uno strettoio, ma in tal caso non si ha la forma conica ma bensì la cilindrica.

tubi di gres sono verniciati internamente e sottoposti ad una doppia cottura all'oggetto di assegnar loro la massima resistenza e durata. Essi godono la proprietà di essere impermeabili, non sono intaccati dagli acidi e presentano molti vantaggi sugli altri tubi di terra cotta comune da meritare la preferenza. Tali vantaggi consistono:

1.º Che non assorbono l'umidità e resistono al gelo;

2.^o Che non subiscono alcuna alterazione in contatto degli acidi, per cui sono particolarmente adattati pei condotti di latrine, degli acquai, smaltitoi, ecc.

3.^o Che lasciano riconoscere il grado di cottura essendo soltanto verniciati internamente al solo scopo di ottenere una superficie liscia per il più pronto scarico delle materie.

4.^o Che offrono una maggior resistenza alla pressione ed all'urto. Per constatare tale resistenza venne sottoposto un tubo del diametro interno di m. 0,12, colle pareti grosse un centimetro, ad una pressione interna che si otteneva col mezzo di un torchio idraulico; e da una tale esperienza si ricavò che desso può resistere fino alla pressione di 4 admosfere, per cui si potrebbe sottoporlo anche in via permanente alla pressione di un admosfera, inquantochè col tempo e col l'uso questo materiale non si degrada punto come sono i metalli.

I condotti delle latrine esistenti in ciascuna cella del carcere cellulare di Milano (con 600 celle) sono tutti formati da tubi in *gres*, i quali hanno forniti dei risultati soddisfacenti (1).

5. — OPERE ACCESSORIE NEI CANALI DI FOGNATURA.

Le opere accessorie della canalizzazione sono: 1.^o le bocchette che raccolgono le acque pluviali delle strade; 2.^o i pozzetti di scarico e d'ispezione o caditoje; 3.^o le chiusure intercettatrici delle esalazioni mefitiche; 4.^o gli apparati pel risciaquamento dei condotti.

Bocchette e pozzetti. — Le bocchette delle strade si devono costruire e collocare in modo che le acque cadano in un pozzetto dal quale passano nella fognatura attraversando un sifone od una chiusura idraulica. Le bocchette possono essere di pietra, di ferro o di ghisa; collocando le bocchette sull'asse delle strade e nel centro della cunetta, come si usa a Milano e a Torino, tali bocchette si costruiscono di granito con due fori oblungi trasversali ciascuno dei quali della lunghezza di 0^m,30 e della larghezza di 0,038 (2). Ma torna meglio che siano costrutte in ghisa facilmente amovibili affinchè si possano togliere prontamente per lo spurgo dei pozzetti inferiori, nei quali cadono le acque delle strade colle materie travolte.

I pozzetti di scarico delle acque e d'ispezione o caditoje possono essere di sezione circolare o rettangolare, della larghezza da m. 0,80 a m. 0,90 come venne praticato nella fognatura di Berlino.

Quando i pozzetti sono destinati a raccogliere le acque delle strade, affinchè

(1) I lavori per la costruzione del Carcere Cellulare in Milano. — Milano 1880.

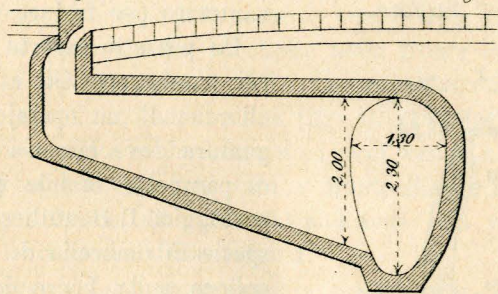
(2) Le bocchette che hanno dei fori con dimensioni cotanto limitate non possono scaricare interamente le acque e ciò tanto più quando i fori si trovano in parte ostruiti dalle materie che esistono bene spesso sulla strada.

soddisfino regolarmente al loro ufficio, è d'uopo che si trovino immediatamente al disotto della bocca di scarico e che siano costrutti in modo di trattenere possibilmente le materie solide che vi cadono ed i detriti della strada. A questo fine il Latham trovò di adottare un doppio pozzetto, nel primo dei quali le materie solide si arrestano, mentre nel secondo non vi defluiscono che le acque. Si ottiene lo stesso scopo, con una spesa assai minore, approfondando cioè il pozzetto in una misura bastante onde comprendere tutte le materie solide trasportate, collocando di poi lo scarico delle acque nella fogna ad un'altezza conveniente dal fondo del pozzetto. Questi pozzetti convenientemente costrutti servono altresì per chiusure idrauliche come vedremo più innanzi.

A Francfort i pozzetti che raccolgono le acque pluviali delle strade hanno la forma circolare del diametro interno di m. 0,45 e della profondità di m. 2,20. Da questi pozzetti dirama un tubo munito di chiusura idraulica che serve a scaricare le acque nei canali di fognatura.

A Parigi lo scarico delle acque che defluiscono sulle strade ha luogo col mezzo di bocchette ad arco di cerchio collocate sul ciglio del marciapiede come si vede dalla fig. 8. Esse hanno la corda di m. 1,20 e la saetta di m. 0,05. Inferior-

Fig. 8 Bocchette di scarico di Parigi



mente alla bocchetta vi è un condotto verticale, la cui sezione superiore ha la luce interna della lunghezza corrispondente alla corda della bocchetta, mentre inferiormente la stessa lunghezza è di m. 0,50; la larghezza del condotto è costantemente di metri 0,45.

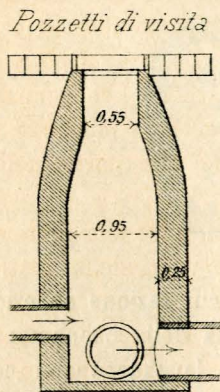
I pozzetti di servizio o di ispezione nella stessa Parigi trovansi alla distanza fra loro di m. 50. A tal fine si lascia nella volta un'apertura, sul contorno del quale si elevano i muri del pozzetto, che ha la forma quadrata di lato m. 0,90 misurato sotto il pavimento.

La bocca del pozzetto è fornita superiormente da un telajo di legno destinato a sostenere la piastra di ghisa; esso ha la grossezza di m. 0,11 e presenta un rettangolo di m. 0,94 per 0,822, al centro del quale vi è l'apertura circolare del diametro di m. 0,60, coperta dalla piastra di ghisa della grossezza di m. 0,07. Nel mezzo di questa piastra esiste un foro nel quale introducendosi una leva si può sollevarla. Una tal piastra di coperto è sfornata per ottenere la ventilazione della fogna.

Questi pozzetti servono sia per discendere nella fogna ed eseguire le riparazioni, sia per la cura di essa; gli operaj vi accedono col mezzo di scale e tolgono le materie di spurgo sollevandole in un secchio attaccato ad una fune. Siffatta disposizione dei pozzetti riesce di grave incomodo alla circolazione trovandosi nella carriera delle strade; oltre di che la piastra di coperto va soggetta a guastarsi dal movimento continuo di essa.

Le ruote delle vetture soffrono degli urti spiacevoli allorchè sono chiusi: ed il servizio non è senza pericolo quando si aprono nelle ore di maggior frequenza. Così in alcune città, e specialmente a Parigi, si trasporta l'apertura dei pozzetti di discesa sotto i marciapiedi. Vi è una galleria inclinata che riunisce il pozzetto alla fogna, e la chiusura è in ghisa, meno grossa ma piena, onde impedire l'esalazione degli odori in vicinanza alle case; la superficie superiore presenta delle solcature in modo di non essere strisciante ai pedoni, particolarmente in tempo di gelo. I pozzetti collocati in tal guisa hanno l'inconveniente di sboccare nel canale di fogna con una diramazione ove l'acqua può rifluire e dar luogo a dei depositi; ma d'altra parte essi non producono alla viabilità che un incomodo insignificante e la discesa si rende facile collocandovi dei gradini di ferro che viene galvanizzato per la loro conservazione.

Fig. 9
Fognatura di Berlino



Un pozzetto aperto è un pericolo reale pei passeggeri. Gli è perciò che a Parigi allorquando un operajo discende nella fognatura deve lasciare sul foro una specie di parapetto mobile per la sicurezza del passaggio. Il Boutillier ha immaginato una specie di ombrello di rete di ferro che si colloca sulla bocca del pozzetto e che si ripiega per il più facile trasporto dall'una all'altra località (1).

A Londra i cammini d'ispezione hanno la bocca superiore coperta da una griglia fissa mentre l'accesso degli operaj nella fogna ha luogo col mezzo di una scaletta che sbocca sui marciapiedi (2).

Ai pozzetti d'ispezione a Berlino venedata la forma indicata dalla fig. 9; la bocca superiore ha il diametro di m. 0,55, ed internamente il pozzetto è del diametro di m. 0,95. Queste dimensioni così limitate non recano alcun disturbo alla viabilità, mentre bastano per il servizio, come lo ha mostrato una lunga esperienza fatta anche a Londra ed in altre città della Germania. A Berlino sono distribuiti sulla fognatura 5000 di tali pozzetti.

(1) BECHMANN. — *Salubrité Urbaine*.

(2) DUPUIT. — *Traité theorique et pratique de la conduite de la distribution des eaux*.

Ordinariamente essi sono collocati ai crocicchi delle strade, al luogo delle paratoje o delle sture, ed ai cambiamenti di livelletta.

A Varsavia i pozzetti sono circolari del diametro da m. 0,80 a m. 0,90 coperti da una piastra di ghisa a nervature, nelle cui cavità sono internati dei pezzi di legno, alquanto sporgenti, col mezzo dei quali vengono attutiti gli urti prodotti dal passaggio delle ruote.

Chiusure. — Le chiusure destinate ad intercettare le esalazioni insalubri possono consistere in valvole meccaniche oppure in chiusure idrauliche. Le valvole meccaniche si movono a cerniera, sia automaticamente, sia colla mano dell'uomo. Sono automatiche quelle ideate da Rogier-Mothe che vennero per molto tempo impiegate per chiudere le bocche delle latrine e che si impiegano anche in giornata. Se non che queste valvole non chiudono giammai perfettamente e lasciano passare l'aria; di più vanno soggette a continui guasti per l'ossidamento del metallo, in conseguenza di che nelle buone costruzioni furono del tutto abbandonate.

Il mezzo migliore per impedire la propagazione dei gas deleterj che si svolgono nei canali di fognatura sono le chiusure idrauliche.

Le principali chiusure idrauliche si riducono a tre, vale a dire: 1.^o Chiusura Millerat; 2.^o Sifone e valvola a campana; 3.^o Tinetta idraulica.

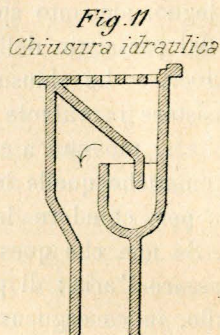
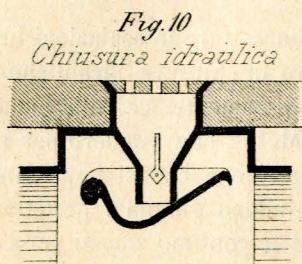
a) Chiusura Millerat. — Essa consiste in una valvola applicata allo sbocco di un tubo, la quale si colloca sulle bocchette nella fronte dei marciapiedi. La valvola si apre per la pressione dei liquidi che riempiono il tubo e si chiude in virtù del proprio peso finita la pressione (fig. 10). De Freycinet riferisce che questa chiusura fu sperimentata in Inghilterra ed oggi venne abbandonata. Fous-sangrives riferisce gli esperimenti stati fatti a Montpellier e nota che il tubo si carica di detriti d'ogni specie, di cui collocandosene una parte nell'orlo del tubo viene impedita la chiusura della valvola.

Si pensò di prevenire siffatto inconveniente coll'adottare una graticola avanti la valvola, ma i detriti produssero la ostruzione dei vuoti della graticola. Cosicchè finora la chiusura Millerat non può servire se non che coll'assoggettarsi ad eseguire dei continui pulimenti. Indipendentemente da ciò si lamenta che la chiusura non riesce ermetica in causa dei detriti che si frappongono tra il tubo e la valvola. Malgrado tutto ciò la chiusura Millerat è stata adottata a Saint-Etienne ed a Nancy.

b) Sifone e valvola a campana. — Il sifone come ognuno sa è un tubo ricurvo sia con una curva semplice della forma di U sia a doppia curvatura l'una in senso inverso dell'altra come un S. In queste curvature si trattiene una determinata quantità d'acqua la quale interrompe la continuità del condotto ed impedisce di passare l'aria. Nel caso attuale, per il buon funzionamento del sifone, necessita che l'acqua vi rimanga nella curvatura e che i detriti non la ostruiscano. Il più delle volte il sifone è alimentato soltanto dalle acque di pioggia; ed in tal caso nell'estate può mancare quando non si provveda al riempimento contemporaneamente all'innaffiamento delle strade. Ma l'inconveniente più grave del sifone si è quello di trovarsi facilmente ostruito dai detriti della strada. Obbliga perciò a dover

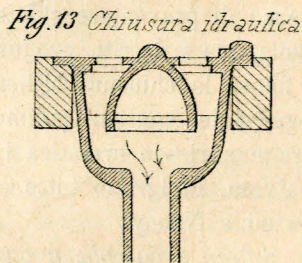
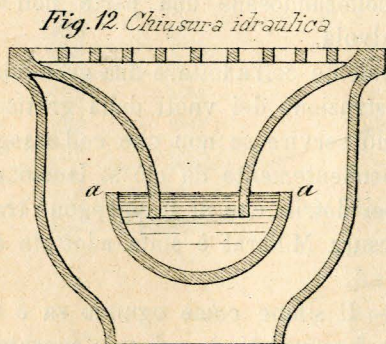
praticare degli spurghi continui con che peraltro non si ha un gran lavoro quando il sifone è collocato in guisa da poter agire facilmente gli operai.

Nella Fig. 11 viene indicata una chiusura idraulica assai semplice nella quale la bocchetta d'afflusso è coperta da una piastra di ghisa sforata, che all'occor-



renza si può smuovere e levare per essere pulita. L'acqua immette direttamente in un recipiente cilindrico nel quale si interna una lastra ripiegata, come si vede dalla stessa figura la cui lunghezza è tale da costituire un sifone. L'acqua cadendo dalla piastra sforata va in un lato del recipiente, di poi si scarica dall'altro lato per entrare nel condotto, stazionando una parte del liquido nel recipiente che vi forma la chiusura idraulica. Ma ogni qualvolta il recipiente trovasi riempito di materie non ha più luogo lo scarico delle acque, oppure cessa di funzionare la chiusura idraulica.

Fra le molte chiusure denominate a *campana* vi è pure quella delineata nella fig. 12. In questa chiusura il tubo di scarico è superiormente munito da un



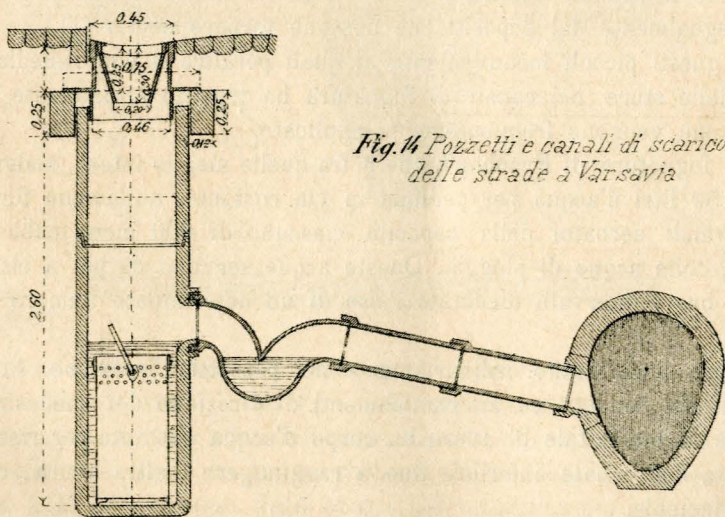
allargamento ad imbuto che si innesta nella bocchetta l'afflusso stradale. Quando la piastra di chiudimento è al suo posto la campana coll'allargamento del tubo scaricatore vanno a formare un sifone ed una perfetta chiusura idraulica. Rialzando la piastra di coperto della bocchetta si ripulisce istantaneamente l'apparato.

c) *Tinetta idraulica e pozzetto*. — Molte volte inferiormente alle bocchette di scarico delle pluviali vi è un pozzetto il quale è destinato a trattenere i

detriti ed i corpi solidi a sollievo della fognatura stradale. In questo pozzetto, nel quale si trova costantemente dell'acqua oltre ai detriti che si depongono al fondo, va a pescare altresì nell'acqua stessa l'imboccatura del canaletto destinato a tradurre le acque della strada alla fognatura. Una tale imboccatura, che viene costrutta in metallo, è foggata in guisa di trovarsi costantemente coperta dall'acqua in una data misura in guisa tale da impedire il passaggio degli effluvi deleteri della fognatura. Se non che stagnando nel pozzetto i detriti e le materie organiche insieme ad una determinata quantità d'acqua succede, necessariamente la fermentazione i cui prodotti gassosi deleteri si elevano e si espandono nella strada passando dai fori delle bocchette.

Questi pozzetti vennero adottati nel Belgio, in Prussia ed in Francia e furono anche proposti per Milano. A riguardo però di essi ecco quanto venne esposto dal De-Freycinet. « Un altro inconveniente delle tinette o pozzetti si è quello che le materie raccolte entrano in putrefazione quando si trascuri di « spurgarli. Così accade frequente che da queste bocche esalino dei cattivi odori, « che il volgo attribuisce falsamente alla fognatura e che realmente provengono « dai pozzetti ».

Per eliminare un tale inconveniente il Lindley ha collocato al fondo del pozzetto una tinozza mobile nella quale vanno a defluire le acque cariche di detriti e di deiezioni ed in essa deposte, defluendo le acque liberate dai corpi solidi dai piccoli pertugi praticati nel contorno della tinozza, oppure traboccando superiormente ad essa. La tinozza viene sollevata e scaricate le materie a brevi intervalli in guisa da non permettere la fermentazione. Si evita così lo spurgo



del pozzetto il quale riesce sempre un lavoro costoso e di lunga durata, e si sostituisce la semplice vuotazione della tinozza.

Siffatto provvedimento venne applicato dipoi a Francfort ma con tinozze di legno indi a Varsavia con recipienti di lamiera di ferro, come si scorge fig. 14.

Lo stesso provvedimento si è proposto anche per Parigi dalla commissione che si occupò del risanamento di quella città.

Nella fognatura di Bruxelles le bocche di scarico delle strade sono munite da chiusure idrauliche che si possono applicare ai marciapiedi rialzati, ma il loro funzionamento è paralizzato se vi sono molti detriti e se non si eseguiscano prontamente i lavori di spurgo e di manutenzione.

Un'altra chiusura idraulica con vaschetta mobile venne ideata dall'ing. Ferraris per essere applicata alle vie ristrette di Napoli ma che si può adottare dovunque trovansi delle bocchette di scarico orizzontali.

d) Apparatî pel risciaquamento dei condotti. — Sia che non si abbia una quantità sufficiente di acqua per ottenere il trasporto delle dejezioni solide e dei detriti delle strade, sia che la pendenza longitudinale non basti per avere una corrente rapida del liquido, come ha luogo in molte tratte della fognatura di Parigi, sia finalmente che i canali siano soverchiamente grandi in relazione alla quantità d'acqua che vi defluisce, l'esperienza ha dimostrata la convenienza, per non dire la necessità, di stabilire un sistema di sture formate da paratoie onde sostenere le acque e scaricarle di poi repentinamente per ottenere degli efflussi capaci di eseguire il trasporto delle materie e la lavatura dei condotti.

Questi efflussi intermittenti si ottengono altresì col mezzo di apparati speciali (serbatoi che possono essere stabili o automatici).

Però la sospensione del deflusso delle acque col mezzo delle sture non va scevra di qualche inconveniente. La intercettazione momentanea dello scolo provoca naturalmente dei depositi a monte della chiusa; il rialzo del livello dell'acqua invade le sponde laterali e gli sbocchi dei canali di scarico, nei quali si formano egualmente dei depositi che possono tornare nocivi (1).

Malgrado questi piccoli inconvenienti, ai quali peraltro si può rimediare, l'introduzione delle sture nei canali di fognatura ha trovato attualmente un gran favore, cosicchè vengono frequentemente applicate.

Così nella fognatura di Francfort, che è fra quelle meglio intese, malgrado che si abbiano 150 litri d'acqua per persona in via costante, nullameno furono costrutti tre grandi serbatoi della capacità ciascuno di 600 metri cubici i quali si riempiono colle acque di pioggia. Queste acque servono di poi a risciacquare i condotti a brevi intervalli mediante l'uso di un determinato numero di sture ben disposte.

Siffatte sture si collocano ordinariamente nei pozzetti d'ispezione, situati alle intersezazioni dei condotti ed ai cambiamenti di direzione dei medesimi. Esse sono disposte in modo tale di avere un corpo d'acqua bastante per risciacquare tutta la tratta del canale inferiore fino a raggiungere l'altra stura, oppure il collettore principale.

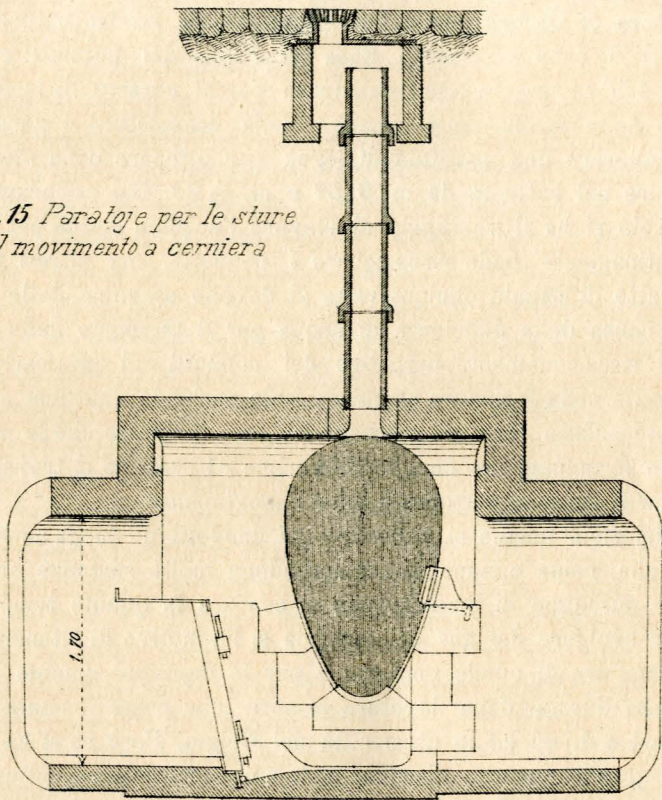
Le paratoie delle sture possono essere di legno, di ferro o di ghisa, ma ordinariamente sono di ghisa le quali presentano la maggior resistenza e durata. Il loro movimento si ottiene il più delle volte col mezzo degli operai a periodi

(1) BECHMANN. — *Salubrite Urbaine*.

di tempo determinati: abbassando e sollevando le paratoie per avere lo scarico delle acque.

La forma di tali paratoie corrisponde esattamente a quella del condotto in cui si trovano sia ovoidale che circolare, ed il movimento ha luogo a scorrimento verticale oppure a cerniera nel modo indicato nella fig. 15. Nell'uno e nell'altro caso vi si applica un congegno a leva o ad ingranaggio che si colloca nell'interno del pozzetto d'ispezione oppure all'esterno, nella quale circostanza il movimento si effettua dalla strada col mezzo delle opportune chiavi.

*Fig. 15 Paratoie per le sture
col movimento a cerniera*



Le paratoie possono avere l'altezza eguale a quella della sezione del condotto, oppure la metà ed anche di un terzo della stessa altezza, in modo da non chiuderla interamente, quando sono abbassate. Queste ultime presentano il vantaggio sulle prime di non avere un'intera chiusura del condotto la quale, nel caso di negligenza o di dimenticanza degli operai nel rialzamento o nell'aprimiento delle paratoie, i rigurgiti che derivassero potrebbero produrre degli sconcerti nel servizio.

L'applicazione delle sture non solo venne fatta a Francfort, come già si disse, ma si praticò altresì dall'ing. Lindley alla fognatura di Varsavia da ultimo costruita benchè la pendenza dei condotti sia molto forte.

La Commissione istituita da ultimo a Parigi pel risanamento della città fra le altre cose ebbe a proporre « Che per garantire la lavatura delle fogne indipendentemente dalle acque che vi giungono dalle bocche delle strade e dalle case si dovrebbe stabilire un sistema di sture (*Chassees*) con recipienti di almeno 10 metri cubici in capo e lungo ciascun canale a distanze non maggiore di 250 metri e con vuotamento istantaneo di una o due volte ogni 24 ore (1).

Nella nuova fognatura costrutta a Milano venne seguito il sistema delle sture adottato a Francfort, collocando delle paratoie di ghisa le quali si aprono senza entrare nel condotto, col mezzo di una vite perpetua che si muove dalla strada.

Nella fognatura di Oxford per poter eseguire tali risciacquature periodiche furono costrutti in capo a ciascuna linea di fogne dei pozzetti che servono quali serbatoi dell'acqua. In corrispondenza poi ai pozzetti di ispezione intermedi si hanno nelle spalle delle cloache delle scanalature o gargami entro i quali si può collocare una paratoia di legno per ottenere colle stesse acque di fogna delle sture col battente da m. 0,36 a m. 0,90. Dal collocamento di tali paratoie non solo si ha il vantaggio di elevare l'acqua a monte per lasciarla poi defluire repentinamente onde risciacquare i condotti, ma altresì per tener in asciutto un tratto di canale ogniquale volta si devono eseguire delle riparazioni.

A Liegi in causa della deficienza di acqua per il trasporto delle materie si è provveduto al risciacquamento periodico dei condotti col praticarlo una volta al giorno, benchè nella fognatura siano scaricate anche le dejezioni delle case. Si ritenne bastante siffatta lavatura giornaliera dietro il riflesso che le materie fecali non entrano in fermentazione che dopo le prime 24 ore che si trovano in riposo, e molto più tardi se sono sottoposte ad un movimento.

Oltre alle dejezioni umane si scaricano nei condotti di Liegi anche le immondizie stradali che, come ognuno sa, comprendono molte sostanze organiche ed i detriti. Questo miscuglio di materie non si conosce in quanto tempo cominci a fermentare per svolgere dei gas deleteri, ma si ha motivo di ritenere che questo tempo sarà maggiore di quello occorrente per le dejezioni umane.

In quanto alla durata della lavatura sembra che possa bastare di un ora, come si pratica a Liegi ed in altre città del Belgio. Però se si ha la facoltà di sostenere una grande quantità d'acqua, e di poi scaricarla repentinamente nell'acquedotto, la lavatura di esso si potrebbe conseguire in un tempo minore.

L'ingegnere Remont istituì a Liegi un esperimento a tale proposito scaricando nei condotti 20 metri cubici di acqua per la durata di 8 minuti. L'effetto prodotto fu di sgombrare i canali dei depositi che si erano formati fino all'altezza di 15 centimetri. Laonde per una lavatura intermittente potrebbe bastare $\frac{1}{10}$ della quantità d'acqua necessaria per una circolazione continua.

Relativamente ai condotti di scarico delle latrine la Commissione di Parigi oltre a proporre che tali condotti fossero elevati fino al disopra dei tetti, mostrava il desiderio che venissero risciaquati col mezzo di serbatoi da situarsi

(1) Rapporto 18 Luglio 1863 della Commissione istituita a Parigi per proporre i mezzi onde risanare quella città.

nell'ultimo piano superiore dei gabinetti delle latrine facendovi delle cacciate d'acqua intermittenti ed automatiche.

Nel progetto per la fognatura di Napoli venne ammesso il principio di accettare il sistema proposto per le cacciate dell'acqua onde risciacquare i condotti disponendo dei serbatoi alle estremità superiori dei singoli stradali.

Nella fognatura dei nuovi quartieri all'Esquilino ed al Castro Pretorio, in Roma in causa della men buona costruzione dei condotti stazionandovi le deiezioni solide a grave danno dell'igiene, si trovò opportuno di applicare le sture con cacciate intermittenti di acqua, quantunque essa fosse nella misura di 100 litri per abitante e quindi bastante per il trasporto delle materie fecali, quando i condotti si fossero costrutti a dovere. Di un tale lavoro ci occuperemo più innanzi trattando della fognatura di quella città.

Abbiamo detto di sopra che il movimento delle paratoie per la risciacquatura dei condotti si può ottenere anche automaticamente senza l'intervento manuale.

Di siffatte paratoje ve ne sono di due specie cioè a contrappeso, ed a galleggiante. Nelle paratoje a contrappeso il liquido giunto ad un determinato livello si scarica col mezzo di un tubo, in una vaschetta laterale che in seguito al suo riempimento vince la potenza del contrappeso il quale rialzandosi obbliga la paratoja, col mezzo di una leva, a sollevarsi e lascia defluire così il liquido. Nello stesso tempo la vaschetta si vuota scaricando l'acqua, di cui si era riempita, ed il contrappeso obbliga la paratoja ad abbassarsi.

Le paratoje a galleggiante sembrano tuttavia più semplici. Esse vengono situate nei pozzetti di ispezione. Vi è una valvola a cerniera sull'imboccatura del canale a valle, cosicchè la chiusura viene fatta dall'acqua stessa. Si ottiene il sollevamento della valvola col mezzo di una catena alla cui estremità vi è applicato un galleggiante. Elevandosi l'acqua nel pozzetto si rialza il galleggiante il quale obbliga, in un determinato punto, la valvola a cerniera ad aprirsi.

Siffatto movimento automatico delle paratoje non sembra che possa produrre un servizio regolare cosicchè non si potrebbe consigliare la sua applicazione. Val meglio di ricorrere all'opera manuale anziché confidare nei congegni, più o meno complicati di cui non si può essere certi del loro funzionamento.

Sono assai più pratici e perciò di un uso frequente i serbatoj automatici, fra i quali primeggia quello ideato da Rogier-Field che si applica tanto alle fognature stradali quanto al risciacquamento dei condotti di latrina.

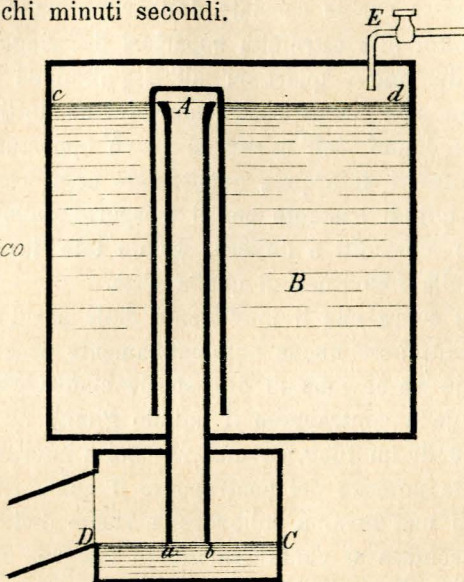
La fig. 16 dinota la sezione di questo serbatojo il quale può funzionare anche per chiusura idraulica.

Esso consiste in un recipiente B, che può essere di ferro o di muratura. Col mezzo del robinetto E si può riempirlo di acqua in tutta quella misura che si desidera, come si dirà in seguito. In questo recipiente trovasi il sifone A il cui ramo più lungo va sino al bacino o vaschetta D C, ove trovasi dell'acqua in misura tale da sfiorare in D nella conduttura da risciacquarsi, mentre la parte inferiore *a b* del tubo verticale trovasi costantemente immersa nell'acqua per alcuni millimetri.

L'acqua defluendo nel recipiente entra e si eleva contemporaneamente anche

nell'interno del sifone; ed allorché essa raggiunge il livello *cd*, che corrisponde all'orlo superiore dell'imbuto *A*, trabocca repentinamente nel tubo verticale, ove mercè questa caduta dell'acqua si forma il vuoto in guisa che il recipiente si scarica in pochi minuti secondi.

Fig. 16
Serbatojo automatico



La capacità di questi serbatoi può essere da 450 sino a 5000 litri per cui si ottengono degli scarichi violenti capaci di risciacquare interamente i condotti trasportando anche le materie solide.

A Parigi venne stabilito un gran numero di serbatoi di cacciata prendendo l'acqua dal fiume col mezzo dei condotti del servizio pubblico. L'alimentazione di tali serbatoi si effettua col mezzo di un robinetto che fornisce 10 metri cubici d'acqua ogni 24 ore. Una parte di una tale quantità di acqua serve a diversi usi, mentre l'altra parte è destinata ad eseguire le risciacquature col mezzo di serbatoi automatici.

7. Ventilazione e processi chimici pel risanamento dei condotti di fognatura.

Negli spazi chiusi, ovvero privati di una bastante comunicazione coll'esterno, l'atmosfera va soggetta a guastarsi e ad alterarsi dopo un tempo più o meno lungo sia per il lento assorbimento dell'ossigeno, sia per la produzione dei gas deleteri ed irrespirabili, anche indipendentemente dalla fermentazione delle sostanze organiche.

Malgrado le conclusioni dedotte dalle esperienze instituite dal Dott. Port a Monaco sopra le dejezioni provenienti da sette caserme, in seguito alle quali si sarebbe dimostrato che le stesse dejezioni non vanno soggette a decomporsi

se non giungono in contatto del terreno, è per altro un fatto incontestato che nei canali di fognatura ove si immettono le materie fecali e le acque lorde l'aria è viziata ed irrespirabile, come lo ha dimostrato l'esperienza e come lo provarono i funesti accidenti che sono derivati agli operai impiegati nella fognatura (1).

Per le quali cose la ventilazione nei canali di fognatura diventa un argomento molto importante sia per gli operaj che vi devono entrare, sia nell'interesse generale della popolazione.

Ma il cambiamento dell'aria fra la fognatura e l'atmosfera può produrre degli inconvenienti. È una questione grave, molto controversa intorno alla quale gli igienisti forse non possiedono tuttavia delle precise notizie. Se è fuor di dubbio che l'acqua è un agente di trasporto dei germi infettivi e che l'alimentazione degli uomini e degli animali col mezzo dell'acqua inquinata presenta il maggior pericolo, non si comprende il posto che ha l'aria come veicolo degli stessi germi per conoscere in quale misura l'elevazione o la diffusione dell'aria delle fogne nell'atmosfera libera può avere degli inconvenienti. Qui dobbiamo osservare che non si tratta di scambio d'aria fra la fognatura e le abitazioni, poichè questi scambi si possono impedire col mezzo dei sifoni, ma si tratta soltanto degli scambi d'aria fra le fognature e la strada.

Quando tali scambi si vogliano assolutamente vietare è duopo di avere delle canalizzazioni speciali per le acque perfettamente impermeabili e per le quali lo scolo si dovrebbe ottenere con sistemi meccanici. Sopra tali principi sono fondati i sistemi di Liernur, Waring e Berlier che hanno delle fogne diverse e che vennero denominati sistemi *separatori*.

Ma questi sistemi vennero rifiutati poichè non risolvono adeguatamente il problema, per cui non furono accettati che in casi eccezionali.

Qualunque siano infatti le vere teorie ancora ignoti del contagio dell'aria, riteniamo essere legittimo di dover ammettere che tutte le misure che si sono prese per assicurare alla fognatura un regolare deflusso e conseguentemente per evitare le cause di stagnamento e di fermentazione lasciano tuttavia qualche incertezza sui mezzi più acconci per impedire che le esalazioni morbose, si elevino nella strada e nei luoghi abitati a danno della pubblica igiene.

Una tale questione si presentò anche nella condotta di Londra e nelle altre città dell'Inghilterra, ove si trovò di prendere delle disposizioni diverse a norma dei casi che riuscirono più o meno efficaci le quali per altro possono servire di utile ammaestramento nella costruzione delle nuove fognature.

Le fognature inglesi si sono particolarmente studiate dall'Ingegnere De Freycenet il quale ne ha reso esatto conto in una memoria dal medesimo pub-

(1) Nell'epidemia scoppiata nel 1875 a Croidon in Inghilterra si volle attribuire la propagazione del male ai canali della fognatura e più propriamente all'aria viziata della fognatura. La stessa cosa avvenne non sono molti anni a Detroit in America ove dopo di avere disinfettati i canali e le acque di scolo cessò in gran parte l'epidemia, come venne osservato precedentemente. Le esperienze adunque che si sono fatte dal Dott. Port non possono per nulla infirmare le funeste conseguenze dell'aria viziata che si trova nei canali di fognatura, benchè apparentemente non siano state segnalate dalle analisi le differenze di composizione.

blicata nei nuovi annali delle costruzioni di cui qui riproduciamo la parte che riguarda la ventilazione.

« I gas che si svolgono nelle fognature, dice il Freycenet, presentano tanto maggior pericolo agli operaj quanto ai fabbricati che vi scaricano ordinariamente i loro residui liquidi, ciò che produce delle reazioni violenti ed istantanee come quelle che hanno costato la vita a quattro operaj in una fognatura la meglio conservata nella City di Londra.

« Questi mezzi di risanamento, ai quali si è ricorso, sono di due specie: fisiche e chimiche. I primi, che sono i più importanti, tendono sotto forme diverse ad assicurare una buona ventilazione alle fognature, ciò che non sarebbe molto difficile ad ottenere se non fosse necessario di preservare la superficie abitata dall'incomodo dei gas che sfuggono dall'interno. Da qui ne emersero i diversi processi che qui esamineremo nell'ordine dell'importanza delle loro applicazioni.

« A Londra, ed in molte grandi città, si sono adottati dei cammini speciali di ventilazione che si elevano sulla volta della fognatura e sboccano nel mezzo della strada. Nello stesso tempo hanno munite le bocche laterali di scarico di valvole mobili che rimangono chiuse fino a che non danno il passaggio alle acque superficiali. Di maniera che le esalazioni morbose si svolgono possibilmente lontane dalle abitazioni. Ciò nullameno sussistono degli inconvenienti sensibili ai quali si è proposto di rimediarvi col mezzo dei filtri di carbone di legna del Dott. Stenhouse. Questi filtri si collocano nel cammino di richiamo avendo cura di sottrarli dal contatto dell'acqua ed in modo che la circolazione dell'aria si faccia esclusivamente col loro mezzo. I gas provenienti dall'interno sono disinfettati al passaggio del carbone e giungono purificati nell'atmosfera (1).

« Si sono fatte delle prove con esito felice nelle diverse città d'Inghilterra quali sono Glasgow, Brighton; Swanse, ecc. A Workshop piccola località a 5 o 6 leghe da Sheffield il sistema è interamente applicato ai 50 o 60 cammini di ventilazione; ed il Rawlinson l'eminente ispettore dei lavori pubblici, dichiara che si hanno risultati soddisfacenti. Ma nulla d'eguale, per importanza e valore d'osservazioni, alla grande esperienza che si proseguì per tre o quattro anni in

(1) Una tale applicazione sembra che sia stata suggerita dai risultati della ventilazione di due sale della Mansion-House ed al Guildhall che ricevono l'aria dai cortili stretti ed infettivi vicini agli spanditoj pubblici. Alle aperture venne interposto uno strato di carbone di 4 centimetri di grossezza contenuto fra due tele metalliche. Dopo nove anni che questo processo funziona non si è sentito più alcun odore benchè il carbone non siasi giammai rinnovato.

I filtri della fognatura che si adottano più comunemente si compongono di una cassa rettangolare di 90 centim. di altezza, aperta al basso e dove una faccia verticale mobile forma la porta. Si fanno entrare sette tiratoj o cassette in tela metallica di 5 centimetri di altezza che contengono del carbone; collocate le une al disopra delle altre ad una simile distanza (5 centimetri) questi tiratoj, meno profondi della cassa per circa 4 centimetri, sono alternativamente internati sino a toccare la faccia opposta, di maniera che i gas giungendo dal disotto, ascendono nella cassa con una serie di risalti. Siffatta disposizione ha per oggetto di ritardare l'ascensione dei gas e di obbligarli in gran parte ad attraversare il carbone dei tiratoj. La parte vuota, di circa 20 centimetri situata al disopra dell'ultimo tiratojo, contiene un filtro verticale appoggiato contro la porta. L'altezza di questa porta è sfiorata da sette ad otto orifici circolari del diametro da 4 a 5 centimetri, pei quali i gas sfuggono definitivamente, dopo di avere attraversato l'ultimo filtro.

una porzione della City di Londra sotto la direzione dei signori Lethèby e Haywood.

« Questa esperienza è la sola, che a nostra conoscenza, siasi fatta in buone condizioni pratiche e sulla quale si sono raccolti dei dati molto pratici.

« Il distretto sperimentato nella porzione della City comprende 14 000 abitanti. I motivi che hanno determinato a fare questa scelta sono i seguenti.

« Le fognature ivi hanno poca pendenza; la popolazione è densa e povera, le strade sono generalmente strette, tutte in condizioni poco favorevoli alla salubrità; inoltre questo distretto può facilmente essere isolato dalle fognature contigue.

« Lo sviluppo dei canali è di chilom. 7, 676, dei quali per 624 metri di semplici tubi, ed il resto in mattoni che presentano la sezione interna da 1 metro a m. 1,50 di altezza, sopra m. 1,60 al 1 metro di larghezza. Il numero totale delle aperture di qualunque specie sulla strada pubblica è di 414. Il numero e le condizioni delle fogne private che sboccano nella fogna pubblica non presentano alcun che di particolare.

« Ecco del resto un estratto del rapporto presentato a tale riguardo.

« La totalità di queste fognature fu isolata più che fosse possibile in modo da impedire delle correnti d'aria sopra di essa e le fognature contigue; si è già detto che la disposizione generale del Distretto comportava un tale isolamento ad un alto grado, in modo che essa non aveva alcuna dipendenza con altre per la sua ventilazione. Si avevano due disposizioni per l'uso del carbone. L'una patentata di Beau e Burgese la quale consisteva in una grande cassa a giorno con compartimenti; l'altra di nostra invenzione (cioè di Lethèby e Haywood) che consisteva in una serie di casse. — Il carbone di legna venne impiegato in pezzi della grossezza di una noce. Esso era impacchettato stretto, ma senza alcuna compressione nelle diverse cassette, ciascuna delle quali conteneva $\frac{1}{2}$ chilogrammo di carbone; in tutto tre chilogrammi per le cassette di ciascun filtro.

« Il potere disinfettante del carbone si riconobbe completo, non solo non si ebbe alcuna lagnanza del pubblico per gli odori dagli orificj di ventilazione, ma noi ci siamo assicurati, con delle osservazioni speciali, che l'odore dei gas della fognatura non era punto sensibile, quando abbia attraversato i carboni.

« In quanto alla durata di questo potere manchiamo di dati bastanti. Il carbone sembra perdere la maggior parte della sua proprietà, quando è saturo d'acqua. Ora siccome la posizione che occupavano le cassette che lo contenevano era tale che un certo contatto coll'acqua in tempo di pioggia era inevitabile; e siccome l'atmosfera della fogna è sempre assai umida, il carbone si bagnò al punto che obbligò a ritirarlo molto tempo prima che il suo potere disinfettante fosse esausto. Per un medio i filtri si sono caricati ogni tre mesi. Se si potevano disporre in modo di conservare il carbone asciutto, crediamo che non si sarebbe rinnovato se non annualmente, spesso forse anche in un tempo maggiore.

« L'effetto dei filtri sulla ventilazione generale è un punto della più alta importanza e sgraziatamente quello sul quale, dopo gli studi più accurati e dei fatti constatati dall'esperienza, non siamo allo stato di dare un'opinione positiva. Dobbiamo stabilire che le osservazioni fatte nelle fognature con delicati ane-

mometri e con altri mezzi non fu possibile di misurare le correnti d'aria attraverso i cammini muniti di filtri — Da un altro canto non sembra che le condizioni dell'atmosfera nella fognatura siansi modificate in modo apparente; ciò risulterebbe anche dall'esperienza e dalle osservazioni degli operaj i quali non si sono lagnati che loro tornasse nociva come per l'addietro.

« In seguito a delle considerazioni chimiche e fisiche ci hanno condotti a concludere: che quantunque il carbone in grossi grani possa presentare qualche resistenza al passaggio di una corrente d'aria, esso non può modificare il potere diffusivo dei gas che si trova eminentemente collegato a mantenere l'equilibrio chimico dell'atmosfera. Infatti l'esperienza ha mostrato che dei mezzi molto più densi che il carbone di legna, non hanno ben poco influito al libero scambio dell'aria e alla pronta disinfezione dei gas nocivi. Da un altro canto la condizione chimica dell'atmosfera interna della fognatura (provveduta di filtri) secondo le analisi fatte attestano di una proporzione di 79,96 per 100 d'azoto; di 10,51 per 100 d'ossigeno, e di 0,53 per 100 d'acido carbonico con tracce d'ammoniaca, di gas delle paludi e di idrogeno fosforato. Vi è adunque un'abbondanza d'ossigeno per conservare le funzioni della vita. Crediamo per conseguenza di aver il diritto di concludere che il pericolo degli operaj nelle fognature non è stato materialmente accresciuto dall'applicazione dei filtri di carbone alle bocche di ventilazione.

« Sino a qual punto essi ostruiranno il passaggio ad una grande quantità di gas illuminante volta che si svolgesse in una fogna, è ancora un punto da studiarsi. Il gas è sempre pericoloso ed è più sovente la causa degli accidenti nelle fognature coll'esplosione. Ciò nulla meno fortunatamente la sua presenza si manifesta dal suo odore lungo tempo avanti che esso raggiunga una proporzione pericolosa; e con delle precauzioni convenienti, il rischio della sua esplosione può essere evitato.

« Queste considerazioni obbligano a concludere che dovunque sfuggono dei gas dai condotti privati o dalle fogne pubbliche, gli è della somma importanza che questi siano distrutti più che sia possibile; e noi siamo d'opinione che l'uso dei filtri di carbone può essere un rimedio in molte circostanze.

« In quanto alla spesa per ogni filtro essa fu di Fr. 220 per ciascuno, compreso il collocamento e le modificazioni che si dovettero introdurre nei camini di ventilazione; e di Fr. 31,55 per la manutenzione annua. Ma si aveva la speranza che in una grande scala quest'ultima spesa poteva ridursi ad una diecina di franchi.

« Il giudizio portato sul sistema, secondo i risultati di già ottenuti, è altrettanto di maggior interesse in quanto che in origine l'Haywood, ingegnere della fognatura, era favorevole, di maniera che la sua opinione non è sospetta di parzialità.

« Riassumendo questi signori hanno concluso: 1.^o che l'azione disinfettante del carbone era completa, purchè i filtri siano preservati dal contatto dell'acqua; 2.^o che la loro presenza, benchè riducano la circolazione generale, non ha modificato il potere diffusivo dei gas mefitici e da essa non si è modificato sensibilmente la composizione chimica dell'atmosfera, confrontata a quella della

fognatura ove la ventilazione aveva potuto esercitarsi liberamente. Sopra quest'ultimo punto veramente era fuori di dubbio che il problema rimaneva risolto, poichè nulla si opponeva al risanamento della fognatura. Sgraziatamente è difficile di ammettere che l'interposizione dei filtri non faccia un'ostacolo alla diffusione dei vapori deleteri. Aggiungiamo che a voce l'Haywood sembrò meno esplicito che nel suo rapporto, ed ai suoi occhi le applicazioni di già fatte a Londra o altrove — non costituivano ancora una grande esperienza. — Tuttavia si può in giornata considerare la soluzione come soddisfacente in determinati casi, ove è duopo premunirsi contro le esalazioni delle bocche particolarmente scomode. Il collocamento dei filtri merita qualche considerazione. Vi si rinuncia in causa della complicazione a collocare nelle aperture laterali, che danno il passaggio alle acque superficiali, e si vorrebbe avere meglio ancora che i cammini centrali che fossero esenti d'umidità. In seguito l'Haywood ha studiato una nuova disposizione secondo la quale le casse disinfettanti si elevano di metri 2 al di sopra del suolo e sarebbero contenute in un tubo di ventilazione applicato ora contro le case, ora contro i candelabri della strada pubblica convenientemente modificati (1).

« Il secondo processo consiste nel trasportare le bocche di ventilazione, al di là della zona abitata e collocarle superiormente ai tetti degli edifici. A questo fine si utilizzano i tubi per le pluviali che si fanno comunicare colla fogna, e che si è proposto di condurli sotto la volta della stessa fogna per accrescere l'esalazione; siffatta disposizione merita una grande attenzione onde prevenire la dispersione degli odori nelle case. Le esperienze fatte a Londra mostrano che anche mediante le cure più minuziose, non si evitano sempre le fughe attraverso i giunti. Ciò nullameno diciamo che a Manchester ed a Liverpool il sistema funziona, senza sollevare dei reclami. A Edimburgo la sua applicazione, quantunque ristretta, ciò nullameno è riuscita benissimo. Alcune località minori cioè ad Alnwick, Preston, si fa lo stesso e non si lagnano. Nella city di Londra da qualche anno si fanno degli esperimenti nei quartieri poveri e popolati, ove le strade sono molto strette. Dei tubi in ghisa, del diametro di m. 0,13 collocati esternamente, sboccano alla corona della fogna e vanno a finire ad una piccola altezza al di sopra dei tetti. I risultati ottenuti essendo stati soddisfacenti ebbero luogo altre applicazioni simili. Ed in questi ultimi anni molti proprietari della city avendo cessato di far defluire le loro acque pluviali sulla strada hanno posto i rispettivi tubi in comunicazione con le fognature. I reclami furono molti da principio; poi a poco a poco hanno diminuito, ciò che indica che il male era più immaginario che reale. È d'altronde evidente, che con una diligente applicazione, si deve giungere a far scomparire gli inconvenienti che hanno potuto manifestarsi in origine, e che non vi siano difficoltà di tale natura da arrestare lungamente gli ingegneri.

(1) Malgrado i vantaggi che effettivamente si ricavano dai filtri di carbone, malgrado l'applicazione che ne venne fatta in Inghilterra ed in America, il Bentivegna nel suo *Trattato di fognatura cittadina* dichiara che siffatto provvedimento non può ritenersi di un'utilità pratica. Il carbone, vien detto, è vero che ha un'azione disodorante energica giacchè avviene in un certo grado di divisione ad assorbire da 50 a 60 volte il suo volume di gas infetti, ma perde questa proprietà appena diventa umido, nè si può arrivare o prevenire che esso si inumidisca; ne viene quindi la necessità del suo rinnovamento e però di una manutenzione dei filtri continua e dispendiosa. Nei tempi asciutti poi vi è un'altra causa che tende a distruggere l'utilità del filtro la quale è la polvere delle vie chiudendone i pori ed impedendo per conseguenza il passaggio dell'aria. Ed ammesso pure che potessero giovare i filtri di carbone si avrebbe sempre il discapito di aver intercluso il passaggio dell'aria e sensibilmente diminuita la ventilazione, ciò che tornerebbe sempre di un gran danno alla salubrità dei condotti.

« Si sono impiegati alcuni altri sistemi di ventilazione, ma in modo affatto eccezionale. Così a Carlisle si è messo in comunicazione la fognatura con quattro camini, due dei quali dell'altezza di metri 20, uno di metri 60, e l'altro di m. 100.

Ma i risultati conseguiti non sono in rapporto colla grandezza dei mezzi. A Liverpool si è riunito una fogna col camino di una manifattura. A Edimburgo si è fatto lo stesso tentativo, ma è cessato in questi ultimi tempi dietro l'opposizione del proprietario. Infine da qualche anno si tentò di rinnovare l'iniezione del vapore acqueo, allo scopo di disinfettare la fogna in vicinanza del Parlamento. Nessuno di questi esperimenti si trovò veramente pratico » (1).

Nella fognatura di Varsavia il Lindley ottenne la ventilazione nei seguenti modi cioè :

1.º col mezzo di piccoli camini di ventilazione che si elevano sulla serraglia delle vòlte e raggiungono il livello delle strade. Questi camini sono situati alla distanza fra loro di 45 metri; ma si ottiene altresì la ventilazione col mezzo dei singoli pozzetti di visita e mediante i tubi di scarico delle acque pluviali, raccordati in ciascuna congiunzione delle case colla fognatura. Questi tubi si elevano sino al disopra dei tetti delle case, per cui il richiamo dell'aria diventa energico.

A Francfort s. m. servono altresì alla ventilazione della fognatura i canali delle acque pluviali ed anche i doccioni delle latrine, spinti fino oltre la sommità dei tetti delle case. Il Lindley ritiene che con questi mezzi si produce lo stesso effetto di un camino del diametro di 19 metri e dell'altezza di m. 15 ove l'aria abbia la velocità di m. 0,60 per secondo; in guisa che l'aria che si trova nell'ambiente delle fogne verrebbe cambiata tre volte al giorno.

Ciò nullameno per una maggior sicurezza ha creduto conveniente di elevare in due località dei camini di ventilazione della larghezza di m. 1,40 e dell'altezza di m. 30, uno dei quali è situato nell'alta, l'altro nella bassa città di Francfort.

Nella rete di Parigi la ventilazione ha luogo principalmente mediante le bocchette delle strade, ma tali bocchette dovendo essere munite da sifone non è d'uopo calcolare su di esse per raggiungere una ventilazione soddisfacente.

Intorno alla ventilazione che si ottiene col mezzo dei condotti delle pluviali che si elevano al disopra dei tetti, si sono fatti diversi appunti dagli ingegneri, fra i quali vi sarebbe anche il Devaux che studiò la ventilazione delle fognature di Bruxelles (2) ma a quanto sembra le eccezioni sollevate hanno ben poco fondamento mentre si continua anche nelle nuove fognature ad applicare questi mezzi di ventilazione.

Processi chimici. — Rimangono i processi chimici. Qui non tratteremo se non di quelli che hanno per iscopo il solo risanamento delle gallerie e non già la purificazione dei liquidi, operazione che verrà esaminata altrove e che si pratica all'uscita delle acque dalle fognature, anzichè nell'interno di esse.

I reagenti che si impiegano sono: la calce ovvero i cloruri ed anche dei composti diversi. Il modo di impiegarli varia non solo secondo la località, ma altresì a norma delle circostanze. Ora si introducono le sostanze in un modo continuo nel luogo della fognatura, laddove si manifestano particolarmente i cattivi

(1) *Nouvelles annales de la Construction.*

(2) FICHERA. — *Risanamento delle città.*

odori, ora si usano al momento stesso in cui gli operaj sono obbligati ad entrarvi. Il più spesso la distribuzione dei reagenti è richiesta dalla protezione della superficie e non influisce che indirettamente sulla salubrità dell'interno.

Tale è il caso frequente nel quale si limita a proporre la sostanza in una bocca laterale della fognatura allo scopo di disinfettare il gas che vi sfugge. Non vi sono città che non hanno ricorso più o meno a tali processi, ma in nessuna, a nostra notizia, non si è presa la determinazione di estendere il provvedimento ad un sistema generale. Si sono fatte molte proposte ma nessuna venne adottata ed applicata in una grande scala. Così il Dott. A. Smith aveva emesso l'idea di spandere in ciascuna fognatura parziale una determinata porzione di carbonato di calce in modo da impedire la putrefazione che si sviluppa nelle gallerie. Come pure si parlò d'impiegare i reagenti sotto un'altra forma dirigendo nelle fognature una corrente di cloro collocando tale sostanza in un gran numero di recipienti dai quali questo gas si sarebbe emanato lentamente e continuamente.

Insomma il processo chimico si trova in seconda linea e non si è ricorso che in casi particolari per combattere le cause puramente locali. Il mezzo più potente di risanamento che si cerca di perfezionare è la ventilazione la quale non si ottiene che mediante un'applicazione conveniente dei tubi esalatori. Conciliare più o meno questi due interessi è il problema che si deve cercare di risolvere.

8. — FOGNATURA DOMESTICA.

Intimamente connessa alla fognatura stradale vi è quella domestica, ossia quei condotti che si trovano nelle case i quali servono a scaricare nella fognatura stradale i rifiuti solidi e liquidi che derivano dalle abitazioni.

Benchè nella maggior parte dei casi i Regolamenti edilizi abbiano disciplinata la costruzione di siffatti condotti, ciò nullameno si trova utile di aggiungere a tale riguardo alcune riflessioni.

I tubi di scarico delle latrine dovrebbero essere esclusivamente di ghisa o di gres rifiutando qualsiasi altro materiale, inquantochè l'esperienza ha mostrato che qualunque sia la loro composizione essi non resistono agli agenti meccanici e chimici a cui sono sottoposti e lasciano trapelare i liquidi ed i gas mefitici.

Questi tubi vanno collocati verticalmente più che sia possibile, oppure sotto inflessioni dolcissime, onde impedire che siano ingorgati dalle materie.

Noi abbiamo materie solide e materie liquide, dice lo Spataro, in proporzione di consistenza e di peso specifico variabili onde bisogna mettere a calcolo la *viscosità*, la *velocità* e l'*attrito* della corrente nel determinare il giusto diametro delle tubature, dandovi però la larghezza sufficiente contro le ostruzioni. Perciò è da notare che l'incuria delle persone o la natura stessa di alcune immondizie, come la sabbia usata nelle case, i detriti dei pavimenti, gli avanzi di stracci di puliture, ecc. o la forma non cilindrica dei tubi, o i giunti mal connessi o il materiale permeabile e la cattiva disposizione delle ramificazioni, possono far diminuire o chiudere del tutto la luce dei tubi.

Per ovviare ai danni che possono essere arrecati ai muri ove trovansi incassati i condotti, volta che per una causa qualunque avvenga la loro rottura, tali condotti sono esattamente isolati dai muri stessi e sorretti cogli occorrenti ferri. Le pareti delle incassature vanno arricciate diligentemente.

In quanto ai tubi di scarico degli acquai si possono costruire anche in terra cotta colla superficie interna ed esterna verniciata, conservandosi anche per questi la prescrizione del loro isolamento dai muri.

Con questi tubi si ha l'inconveniente che le sostanze grasse, di cui sono cariche le acque calde che vi si versano, raffreddandosi lungo la discesa, si forma nell'interno un rivestimento di grasso che a poco a poco va ad ostruire i condotti, o quanto meno a far decrescere fuor di misura la loro portata. Onde togliere questa causa di ostruzione, si trovò di adottare il sistema seguito in Inghilterra che consiste nell'interporre tra l'acquajo ed il tubo di scarico una cassetta separatrice del grasso. In essa è contenuta una quantità d'acqua assai maggiore di quella che ogni volta può essere versata nell'acquajo, per cui è capace di raffreddarla quanto basti a rapprendere il grasso che si raccoglie galleggiante nella parte superiore della capacità di depurazione.

Nel caso in cui parecchi acquai si trovino congiunti ad una medesima canna di scarico esclusivamente loro destinata, si può limitarsi a collocare una sola scattola del grasso al piede della canna stessa: diversamente ogni acquajo dovrebbe esserne munito.

Per ovviare alle esalazioni morbose che provengono dalla fognatura stradale tutti i tubi che vi comunicano devono essere provveduti da sifone.

Relativamente alle chiusure idrauliche a sifone ecco quanto vien detto dal Fichera (1). « L'efficacia di essi va esaminata sotto il punto di vista del passaggio dei gas putridi e sotto l'altro della trasmissione dei germi morbosì.

a/ In quanto ai gas è stato sperimentato da Graham, Fergus, Overbeek che può avvenire un debole passaggio dei gas solubili; il gas in contatto col liquido del sifone si scioglie coll'evaporazione del liquido, riprende lo stato aeriforme dall'altro lato del sifone.

« Così si è tenuto disprezzabile questo debole passaggio il quale non potrebbe, al peggior dei casi che riescire soltanto molesto.

« Gli studj del Dott. Carmichael hanno definitivamente messo in evidenza la innocuità del sifone relativamente ai gas, poichè in 24 ore in *condizioni favolose* attraverso l'acqua di un sifone non passano che 7 granelli di acido carbonico, $\frac{1}{100}$ di granello di idrogeno solforato, ed $\frac{1}{300}$ di ammoniaca. Un granello inglese è grammi 0,0648.

(b) In quanto ai *germi morbosì* le conclusioni sono ancora più rassicuranti.

Essendo questo un argomento importantissimo, si sono istituite numerose esperienze e si è sempre trovato che attraverso l'acqua dei sifoni i germi morbosì non passano, anzi che l'acqua depura l'aria di tutti i germi in sospensione. Ma ciò accade quando il passaggio dell'aria si fa lentamente, come avviene nei sifoni; ma se l'aria potesse passare in forma di bolle, essa trasporterebbe i germi.

(1) Risanamento delle città

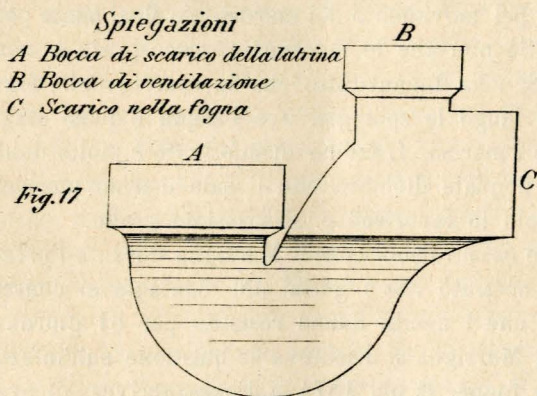
« Dalle evaporazioni non v'è nemmeno nulla a temere poichè dalle esperienze del Dott. Miquel risulta precisamente che i vapori provenienti dalle acque più impure sono sempre esenti da germi.

« È adunque scientificamente assodato che i sifoni sono efficaci per intercettare il passaggio dei gas e dei microbi; ma quando non sono ben tenuti possono essere una causa ristretta di esalazioni e di infezioni e quindi si deve curare molto la loro fabbricazione non che la successiva manutenzione. I sifoni delle ritirate devono essere sempre smaltati bene provvisti di cacciate d'acqua e di tubi di aerazioni, i sifoni piccoli pel passaggio delle acque di rifiuto sogliono essere di metallo e devono sempre avere un tappo a vite per lo spurgo del sifone ».

Nella fognatura domestica vi entrano diversi apparati per ottenere le chiusure idrauliche. Vi sono le chiusure di piombo, quelle di argilla e le chiusure a valvola. Si hanno delle chiusure idrauliche a valvola non che le chiusure denominate *Caditoje*, queste ultime si applicano particolarmente alle bocche forate delle stalle e dei cortili che vanno ad immettere i liquidi lordi nella fognatura stradale. La descrizione di siffatte chiusure ed il sistema di costruzione trovasi in modo particolareggiata nell'opera dello Spataro (1).

È assolutamente necessario che le chiusure idrauliche siano ventilate. Questa ventilazione si effettua in due modi, cioè facendo spiccare un tubo ventilatore sia dalla *corona* dello sbocco della chiusura, sia dal tubo secondario di sbocco. Siffatta ventilazione si deve eseguire dal lato dello sbocco e non già da quello d'imbocco.

Una disposizione che può soddisfare nello sbocco dei condotti di latrina nei canali di fognatura si è quella delineata nella fig. 17 che come si vede consiste



in un tubo ricurvo a sifone formato in gres dal quale diparte anche la bocca di ventilazione.

Il collocamento delle chiusure idrauliche deve essere disposto in modo che si possano facilmente visitare ed espurgare senza che si perda il carico idraulico.

La fig. 12 dinota la sezione di altra delle caditoje immaginata ed applicata da Yennings la quale è di ghisa avente la forma di una campana coperta da una

(1) SPATARO. — *Igiene delle abitazioni* Vol. I. *Fognatura domestica*. Trattato completo sull'impianto delle tubature di scarico e degli smaltitoj.

lastra forata mobile per togliere le materie che si depongono nella vaschetta inferiore *a a*. Come si vede dalla stessa figura l'acqua defluisce nell'imbuto e si scarica nella vaschetta dalla quale deborda abbandonando al fondo della stessa vaschetta le materie solide e pesanti.

Trovandosi costantemente dell'acqua nella vaschetta medesima si ha una chiusura idraulica abbastanza buona. Se non che tale caditoja non si potrebbe applicare laddove le acque di scolo trovansi cariche di sabbia od altre materie inquantochè esse andrebbero a riempire la vaschetta e quindi verrebbe intercettato lo scolo delle acque. Fuori di questi casi la caditoja indicata si può applicare in molte altre circostanze.

Questa chiusura idraulica venne applicata dal Lindley alle bocche di scarico delle strade di Varsavia nella fognatura colà costrutta recentemente.

9. — Scarico all'esterno delle acque di fogna e loro depurazione.

Lo scarico delle acque di fogna all'esterno delle città costituisce un quesito molto importante, la cui soluzione nella maggior parte dei casi non è tanto facile di ottenersi in modo soddisfacente.

Queste acque lorde colle dejezioni in sospenso si possono scaricare nei fiumi, nel mare, oppure essere impiegate nell'irrigazione dei terreni.

Scarico del mare. — A prima giunta sembrerebbe che scaricandosi le acque di fogna nel mare dovrebbe essere il mezzo più sicuro per eliminare qualunque effetto di malsania, sia per la grande massa d'acqua in cui sarebbero diluite le materie cloacali sia pel movimento dei marosi, sia finalmente per l'azione chimica dell'acqua marina. Se non che le accennate circostanze o non esistono o non influiscono punto. Si nota innanzitutto che lo scarico delle fogne ha luogo quasi sempre nei porti o lungo le spiagge, ove l'acqua è quasi stagnante per cui non hanno alcun effetto i marosi. L'azione disinfettante è molto dubbia, anzi verrebbe negata dal Miquel il quale dichiara che il sale marino anzichè impedire la propagazione dei microbi lo favorirebbe al massimo grado.

Le esperienze e le osservazioni fatte a Marsiglia durante l'invasione del Cholera nel 1884 hanno dimostrato che i germi del contagio si conservano per lungo tempo nell'acqua e che i bacilli hanno resistito per 81 giorni.

Fino dal 1860 a Marsiglia si discuteva la quistione sull'infezione del suo porto ove si scaricano le fogne. E nel 1874 il Fonssagrives diceva; l'inquinamento del porto di Marsiglia è divenuto come quello del Father Táhames un tema di legittima recriminazione.

Nel 1885 in cui il Brouardel insieme al Proust, dietro ordine del Ministero francese ispezionò quel vecchio porto, ebbe a dichiarare che esso era il ricettacolo degli acquedotti che solcano la città ove le acque nere emanano un odore nauseante, la superficie è sempre sparsa da bolle di gas di putrefazione che scoppiano sopra tutto nelle parti più lontane dell'imboccatura del porto.

A Tolone si studia attualmente di deviare lo sbocco degli acquedotti per liberarsi dalle cattive esalazioni.

A Napoli ed a Palermo si grida da tanto tempo alle infezioni della *Marina* e della *Cala* le quali sono così intense da produrre molti reclami più o meno fondati. Gli è perciò che colla nuova fognatura di Napoli si trasporterà lo sbocco delle acque a Cuma alla distanza oltre di 15 chilometri dalla città.

Tutto ciò soggiunge il Bentivegna mostra che il versamento nel mare delle materie di fogna non è come credesi, il mezzo più semplice e più sicuro, e ciò che si desidera dall'igiene. Infatti le conclusioni dell'inchiesta del *Local Government Board* del 1875 confermano che per motivi di *economia i municipi possono* essere autorizzati a riversare in mare le acque cloacali, cosicchè non sarebbe permesso che sotto questo punto di vista la stessa immissione in mare. Gli è che lo sbocco nel mare delle acque di fogna non è sempre igienicamente possibile, e che come del resto tuttociò che riguarda la fognatura delle città, può secondo le circostanze essere applicato quando si prendano delle disposizioni tali di assicurare la salute pubblica (1).

Scarico nei fiumi. — Scaricando le acque di fogna nei fiumi i corpi solidi si depongono sulle sponde e costituiscono dei banchi di materie organiche e putrescenti, le quali inaffiate ad intervalli dalle escrescenze del fiume fermentano e producono tutte quelle esalazioni deleterie che sono i germi delle malattie infettive.

Così a Londra in causa di questi depositi lungo le sponde del Tamigi ne derivò il bisogno di costruire l'attuale fognatura le cui acque vengono convogliate alla distanza di circa 20 chilometri dalla città per eliminare tutte quelle esalazioni che erano cotanto nocive alla salute dei cittadini.

Lo scarico delle acque della fognatura di Francfort venne fatta nel Meno, il quale avendo la portata di m. c. 6300 all'ora, colla pendenza del 0,50 per mille, si riteneva che i 400 m. c. all'ora, provenienti dalla fognatura, non potessero recare alcun danno alla salute degli abitanti dei paesi esistenti lungo il fiume. Ma così non fu. In vista dei molti reclami che si sono elevati dagli abitanti delle città e borgate a valle di Francfort si dovettero prendere dei provvedimenti che furono anche ordinati dal Governo, i quali consistettero nel separare le acque di fogna, dalle materie in sospensione sia meccanicamente che chimicamente prima di immetterle nel fiume come vedremo qui di seguito.

A Budapest le acque di fogna si scaricano liberamente nel Danubio; ma tutti sanno che questo fiume ha una grande portata, molta velocità e frequenti piene, cosicchè non si manifesta alcun deposito lungo le sponde che possa recar danno alla salute degli abitanti.

Anche a Vienna, città di 740 000 abitanti, provveduta bastantemente di acqua potabile, le acque di fognatura che derivano dalle vie e dalle 10389 case vengono scaricate nel Danubio, poco lontano dal fabbricato, senza che da ciò ne derivi alcun danno.

(1) BENTIVEGNA. — Trattato di fognatura cittadina.

La fognatura di Vienna dopo le trasformazioni grandiose che ha subite, esegui del pari una regolare fognatura, con moderni sistemi, di cui però non conosciamo i particolari.

In molti fiumi della Germania si possono scaricare impunemente le acque cloacali stante la massa enorme di acqua che traducono e la loro velocità.

Così a Monaco le acque cloacali sono versate nell'Isar, ma esso è un fiume torrenziale colla velocità maggiore di un metro per secondo, motivo per cui scava in ogni anno il fondo del suo letto, per cui le materie che vi sono scaricate vengono travolte con molta facilità.

Il Reno a Basilea ha un efflusso di 880 000 litri ed a Colonia di un milione e mezzo. Poste tali circostanze si vede che scaricando tutte le fogne delle città che si trovano sulle sponde non ne può derivare alcun danno alla salute trovandosi immensamente diluite.

Il Letheby riteneva che il liquido di acque cloacali stemperato in 20 parti d'acqua non poteva essere riconosciuto dopo il percorso da 15 a 20 chilometri, dove si trova tuttavia la piscicoltura. Invece dagli studi della Commissione inglese risulterebbe che il materiale di fogna diluito in una quantità d'acqua eguale a 20 volte il suo volume, con una velocità di m. 1500 all'ora avrebbe perduto dopo una settimana, cioè dopo il percorso di 290 chilometri, solo un terzo della sua sostanza organica. In conseguenza di che si è conchiuso che niun fiume in Inghilterra, per quanto sia lungo il suo cammino, potrebbe far sparire le tracce dell'acqua di fogna.

Le acque della fognatura di Varsavia si scaricano bensì nella Vistola ma a valle della città ed alla distanza di 8 chilometri.

Nel congresso d'igiene nelle Società tedesche tenutosi nel settembre 1888 si trattò altresì nella depurazione delle acque di rifiuto delle città. In tale Congresso venne detto che a Francofort le autorità locali, rinunciarono all'impianto di un campo di irrigazione, perchè troppo costoso, e adottarono la depurazione meccanica susseguita da un trattamento chimico.

Fu costruita in quella città una nuova canalizzazione sotterranea che comunica con tutte le case e raccoglie gli scolli che mettono poi capo alle officine di depurazione. Privato con mezzi meccanici la massa liquida delle materie che tiene in sospensione passa in una Galleria dove si mescola ai reattivi chimici destinati a precipitare le materie disciolte. Codesti reattivi sono il solfato di allumina e del latte di calce che si aggiunge successivamente. La dose — come si comprende di leggieri — varia secondo la quantità e la qualità delle acque da depurare.

Dalle esperienze istituite da Lindley, Spiess, Lipsius e Lippert è risultato che la calce riduce al minimo i batteri contenuti nelle acque di scolo (da 3 a 4 milioni di batteri contenuti per centimetro cubico) mentre essi aumentano col semplice processo meccanico; il solfato d'allumina produce del pari buoni risultati come disinfettante e soprattutto per ottenere un liquido limpido e per ridurre al minimo il volume della melma dovuta soltanto ai reattivi chimici impiegati.

A Wiesbaden invece non si adopera che la calce e il risultato, secondo il pa-

rere del Koch, sembra completo. L'illustre batteriologo tedesco riferisce che essendosi recato a visitare senza preavviso codesto impianto in una calda giornata di estate, vide uscire dai bacini di depurazione, acque del tutto inodore.

A questo proposito però egli fa una importante considerazione d'indole generale. Rammenta che per sapere in quale misura un'acqua di rifiuto fu depurata, non basta confrontare la condizione dell'acqua stessa al suo ingresso ed alla sua uscita dai bacini di disinfezione. Invero stando alle esperienze eseguite altrove può accadere che un acqua di rifiuto, già depurata dai reattivi chimici, attraversando altre parti delle officine di depurazione si inquinì altra volta di micri organismi attinti ai sedimenti ricchissimi di bacteri e che codesti micri-organismi aumentino con grande rapidità.

Il Koch aggiunge però che se le acque di rifiuto furono realmente disinfettate, un ulteriore sviluppo di bacteri, qualora non dia luogo a produzione di materie putrescibili di cattivo odore, può essere non grave in punto all'igiene. Trattasi in tal caso della comparsa di micro-organismi innocui che si rinvegnono più o meno abbondanti in tutti i corsi d'acqua. Così l'acqua della Sprea a Berlino, dove suolsi attingerla per il consumo degli abitanti, contiene oltre centomila germi per centimetro cubico.

In presenza di tal fatto, conchiude il Koch non sembra possibile pretendere che le acque di scolo di una città siano assolutamente prive di germi o almeno poveri di bacteri. Ciò che ragionevolmente si può esigere è che siano sprovviste di materie infettanti.

Per quanto poi si riferisce all'impiego della calce il Koch asserì che essa è un disinfettante di primo ordine, e che in dosi abbastanza notevoli può uccidere in pochi minuti tutti i germi di infezione (1).

A Parigi tutte le acque immonde venivano scaricate nella Senna in un luogo lontano della città tra Asnières e S. Dionigi con un volume totale da 90 a 100 milioni di metri cubici all'anno. Qui il fiume diventò un immondezzajo con acque torbide, nere, fetenti, stagnanti quasi in ebollizione per le innumerevoli bolle di gas che si sprigionavano.

Per risanare questo fiume, così profondamente inquinato, dopo di avere tentati inutilmente i reagenti chimici del fosfato di allumina, il Belgrand ha proposto di irrigare i terreni incolti di Gennevilliers.

L'esperienza dapprima venne fatta sulla superficie di ettari 400. Per condurre le acque immonde sopra questo piano fu d'uopo di applicare delle macchine elevatorie, il cui numero si aumentò mano mano che si estese la superficie del terreno da irrigarsi. Nel mentre nel 1875 il terreno irrigato era di 200 ettari salì nel 1883, a 572 ettari coll'impiego di macchine elevatorie della forza di 1100 cavalli. È inutile il dire i vantaggi enormi che si sono ottenuti con questo sistema di depurazione delle acque, sia nell'aumento di ricchezza e di produzione dei terreni, sia nella salute pubblica. Basterà il dire che anteriormente all'irri-

(1) Annuario scientifico ed industriale, Anno XXV.

gazione il valore locativo del terreno si limitava da fr. 90 a fr. 150 all'ettaro, in seguito alla irrigazione sali da 450 a 500 franchi l'ettaro (1).

A Berlino le acque provenienti dalla fognatura, che vengono scaricate in cinque luoghi diversi, si immettono in serbatoj scavati nel terreno, ciascuno del diametro di 12 metri, al centro del quale vi è un pozzo del diametro di m. 3,02, coperto da griglia ove vanno a deporsi i corpi solidi.

Tutte le acque raccolte in questi serbatoj vengono sollevate da pompe messe in moto da 33 caldaje a vapore per essere tradotte all'irrigazione dei terreni. Fu d'uopo al Municipio di Berlino di acquistare tali terreni da irrigarsi essendosi rifiutati i proprietari dei fondi limitrofi di accettare quaste acque.

Per siffatto acquisto il Comune di Berlino dovette sottostare alla spesa di L. 13 342 000 che corrisponde a L. 500 ed a L. 400 all'ettaro.

Il volume delle acque scaricate nell'esercizio 1883-1884 fu di m. c. 28 774 000 che corrisponde a metri cubi 78 617 al giorno. E le spese di esercizio sommarono a Lire 653 000, con che si ha la spesa di Lire 0,2925 per ogni abitante all'anno.

Nel Congresso dei medici tedeschi avvenuto nel 1886 il Dott. Heradfeld parlando della fognatura di Berlino riferì che ad ogni ettaro di terreno vengono giornalmente convogliate per un medio m. c. 38,9.

Dei terreni irrigati il 47,6 per 100 è destinato alla coltivazione di piante oleaginose; il 55,6 per 100 alle piante sarchiate: il 2,6 per 100 alla scuola d'arboricoltura; il 6,3 per cento è affittata; il 33,2 per 100 è posto a marcita ed il 4,7 per 100 a prati ordinari. Per ogni abitante si possono calcolare litri 108,7 di acqua di scolo. Da queste acque di scolo si separano le sostanze solide le quali in parte sono dovute alla putrefazione, ed in parte si formano per l'evaporazione. Questo sedimento in parte si depone nelle vasche, ed in parte si separa sul terreno e costituisce in tal caso un pericolo per la vegetazione. Mescolando della calce all'acqua di scolo, quando entra nei bacini, si impedisce quest'ultimo inconveniente.

Le acque di fogna di Croydon, città di 80 mila abitanti, discosta soltanto 12 miglia da Londra, sono condotte ad irrigare il podere Beddington che trovasi alla sola distanza di m. 1100 dalla città.

Prima che tali acque vadano ad irrigare i terreni sono liberate dalle materie solide o sospese mediante un apparato che venne immaginato dall'ing. Baldwin, Latham.

Ecco come funziona.

Le acque di fogna mettono in moto una turbina la quale fa girare trasversalmente alla corrente un tamburo del diametro di m. 0,85 di petto. Questo tamburo raccoglie quanto vi può essere di solido o sospeso mediante 8 grate innestate sull'asse del tamburo e racchiuse fra due lastre traforate, mantenendo lo scolo della parte liquida col mezzo di apposito getto d'acqua pure attivato dalla turbina. Le materie non diluite cadono verso il mezzo dell'asse d'onde una vite di

(1) *Annales des Ponts et Chaussées*, Settembre 1885.

Archimede, che ne forma per così dire il nucleo, le fa passare in apposito recipiente. Queste materie sono di poi mescolate a detriti di carbon fossile ed indi abbruciate.

Abbiamo detto che le acque di fogna si possono disinfettare con due processi, cioè col trattamento *meccanico* e col trattamento *chimico*. Faremo qui conoscere brevemente questi due diversi processi.

Il trattamento *meccanico* consiste nel separare dai liquidi degli acquedotti le materie organiche in sospensione col mezzo del riposo o dei filtri. Da ciò si vede che i risultati igienici non debbono essere soddisfacenti poichè le acque filtrate e decantate, quantunque in apparenza chiare possono corrompere i corsi d'acqua potabile. Si sa del resto che le acque decantate o filtrate entrano ben presto in putrefazione.

La materie ricavate dai filtri, o dalla decantazione in generale, non possono compensare la spesa del trattamento. Questi risultati sono il frutto dell'esperienza fatta a Birmingham a Rems, Plymouth, Bilston, Ashby, Rugby, Worksop ecc.

Si eseguisce la *decantazione* col mezzo di grandi serbatoi la cui bocca di scarico è munita da una paratoia in questi serbatoi si fa entrare l'acqua e vi si ferma in essi per un tempo più o meno lungo, quanto può occorrere per ottenere il deposito del fondo delle sostanze organiche.

La *filtrazione* attraverso delle sostanze inerti, come sarebbe la sabbia od il coke, oppure attraverso alle tele metalliche fisse o mobili presenta degli inconvenienti analoghi. L'esperienza non è stata la più favorevole; ed altresì nell'egual modo della decantazione è d'uopo considerarla piuttosto come un mezzo di preparazione delle acque per una purificazione più completa che siccome un vero sistema di depurazione.

A Boston (Stati Uniti) l'emissario della fognatura comprende anche i canali di decantazione. Essi hanno la lunghezza di circa m. 400 e consistono in due gallerie accoppiate. Ogni galleria ha la larghezza di m. 2,44 e l'altezza di m. 4,83. Sono formate interamente di calcestruzzo, ad eccezione della platea che è rivestita da un corso di mattoni. L'intonaco interno è di Portland, dello spessore di millim. 13. La volta è grossa m. 0,33.

Poco dopo queste gallerie le acque entrano in un sifone lungo quasi due chilometri coll'immersione di m. 46. La sezione è circolare della superficie di m. q. 4 e del diametro di m. 2,288. La differenza di livello nel fondo del sifone è di m. 0,74 cosicchè si ha la pendenza di alquanto meno di $\frac{1}{2507}$ (1).

Il trattamento *chimico* comprende due operazioni distinte cioè la disinfezione e la precipitazione.

La disinfezione si fonda sulla proprietà che hanno talune sostanze di togliere in parte alle acque delle fogne i loro caratteri prevalenti. Tra queste sostanze vi sono gli ossidi metallici ed i loro sali i quali fissano parzialmente i gas della fermentazione, fra cui l'idrogeno solforato. Nondimeno il prezzo assai elevato di

(1) *Le Génie civil*. — 1889.

questi disinfettanti e le spese d'impianto e di manipolazione, impegnano in una spesa rilevante per le grandi masse d'acqua. Ne abbiamo di ciò una prova nelle grandi vasche coperte recentemente costrutte a Barking Creek ove vanno a finire le acque di fogna dei tre collettori di Londra situati al nord del Tamigi il cui costo venne preventivato in L. 10 milioni esclusi i macchinismi.

I principali disinfettanti sono:

1.^o Il liquido Mac-Dougall che contiene il 2 per cento di calce e l'uno di acido fenico. Questo liquido, che è stato impiegato con successo a Carlisle, non lo è stato a Croydon dove fu sostituito da un estrattore di cui tratteremo a suo luogo.

2.^o Venne sperimentato il carbone nella città di Ubridge, ma non si trovò conveniente sotto il punto di vista economico.

3.^o L'argilla ha dato nella Contea di Cambridge dei risultati migliori del carbone.

La precipitazione si fonda sulla facoltà che hanno certe sostanze di formare dei composti insolubili in cui si associano i principi deleteri delle acque di fogna. Fra tutte queste sostanze l'esperienza ha dato il primo posto alla calce. Nondimeno l'analisi chimica ha provato che la calce precipita solamente $\frac{5}{6}$ dell'acido fosforico delle acque di fogna, ma non separa né le materie organiche, né l'ammoniaca, né la potassa in soluzione.

In seguito alle esperienze istituite in Inghilterra si è trovato che il percloruro di ferro era superiore alla calce; esso precipita l'acido fosforico e l'idrogeno solforato, mentre non agisce sulle materie organiche e sull'ammoniaca. Se non che questo disinfettante ha un costo troppo elevato e non vi è la convenienza di usarlo.

A Londra attualmente per disinfettare le acque di fogna, che giungono a Barking Creek dai tre collettori al nord del Tamigi, si usa la calce ed il protosolfato di calce che vi si immettono nel modo che verrà in seguito indicato allorchè descriveremo la fognatura di Londra.

A Danzica le acque di fogna sono sollevate ed inviate alla distanza di 3 chilometri dalla città e dirette all'irrigazione delle dune interposte tra la Vistola ed il Baltico. Prima di giungere alle trombe elevatrici le stesse acque sono spogliate dalle materie grasse col mezzo dell'apparato immaginato dall'ing. Baldwin Latham conforme a quello di Croydon.

Nel progetto per la fognatura di Napoli, compilato dall'ing. Bruno, venne stabilito che tutte le acque cloacali saranno convogliate e scaricate nel mare alla distanza di chilometri 15,55 da Napoli, andando a finire al piano dell'antica Cuma all'estremo meridionale del lago di Licata. Non pertanto si ha la ferma intenzione di poter usare tali acque per irrigare l'estesissima superficie di terreno che esiste in quelle vicinanze la quale è abbastanza depressa per poter accogliere le stesse acque.

Tutti gli igienisti sono d'accordo che il mezzo migliore per disinfettare le acque di fogna e per ricavarne da esso un lauto profitto sia quello di usarle nell'irrigazione dei terreni ai quali serve altresì di emendamento.

Il suolo, dice Schlæsing, è « il depuratore perfetto delle acque cariche di materie organiche ». Agisce dapprima meccanicamente nella maniera di un filtro, trattenendo alla sua superficie le particelle più grosse fino alle più piccole nei pori degli strati superficiali; la filtrazione vi è talmente completa che nel caso in cui l'altezza è bastante ed il terreno convenientemente scelto, l'acqua raccolta si mostra di una limpidezza assoluta; i microbi, essi medesimi vi sono trattenuti a tal punto che nelle acque di drenaggio di Gennevilliers, l'analisi micrografica non distingue più una ventina di batteri, allorchè l'acqua delle fogne di Parigi sparsa sul terreno a 2 o 3 metri al disopra delle fogne, ne contiene mille volte di più e che l'acqua delle sorgenti della Vanne ne contiene tre o quattro volte altrettanto! Nello stesso tempo vi si produce per effetto dell'aria che si trova nei vani lasciati fra le particelle della terra una combustione di materie organiche, una specie di fermentazione da cui risulta la nitrificazione delle materie azotate che facilita grandemente l'enorme superficie offerta dall'acqua che impregna le particelle di terra all'azione dell'aria che le circonda.

Un doppio movimento si produce nell'interno del suolo fra l'acqua e l'aria e mette costantemente in contatto l'elemento nocivo e l'elemento riparatore. Se è ben regolato, il risultato ottenuto non lascia di che desiderare. La vegetazione è d'altronde un potente ausiliario, poichè essa medesima contribuisce a siffatto lavoro, evaporando una gran parte dell'acqua e sbarazzandola da alcune delle sostanze di cui essa è caricata.

« Per giungere ad una buona depurazione è d'uopo adunque trattenere più che sia possibile l'aereazione del suolo, distribuire l'acqua regolarmente, vale a dire nella stessa quantità a diversi intervalli di tempo eguali, di maniera che la sua discesa attraverso il suolo duri almeno il tempo richiesto per la sua depurazione; prendere quando ciò è necessario delle disposizioni per lo scarico dell'acqua onde non lasciarla giammai accumulare sul suolo » (1).

Le esperienze istituite sul podere di Baddington hanno mostrato che l'acqua defluita in seguito all'irrigazione riesce limpida, pura e filtrata dimodochè viene in seguito scaricata nel torrente contiguo e di là convogliata nei giardini ove serve di ornamento.

Senza ricorrere all'applicazione antichissima che si era fatta a Gerusalemme di cui si hanno delle tracce (2) si trovano in Milano le acque delle esistenti fogne che vengono impiegate già da secoli nell'irrigazione dei prati a sommo

(1) D. PROUST. — *Rapporto presentato il 12 Dicembre 1882 alla Commissione Tecnica del risanamento di Parigi.*

BECHMANN. — *Solubrità urbana, distribuzione dell'acqua e risanamento.*

(2) Il Wazon nel suo lavoro sul risanamento delle città dichiara che l'utilizzazione agricola delle acque di scolo per l'irrigazione diretta *allo stato naturale* rimonta alla più remota antichità, poichè verso l'anno 340 Gerusalemme irrigava già i suoi giardini colle acque impure uscenti dalla città. Un sistema completo di scolo liberava in particolare il Tempio di Gerusalemme mediante una grande quantità di acqua pura che si versava per diluire il sangue delle vittime sacrificate ed impedire così la putrefazione nel sacro recinto. Dopo una grossolana decantazione fatta in serbatoi speciali queste acque di scolo erano dirette nella valle del Cedron dove si utilizzavano per inaffiare e fertilizzare i giardini. — WAZON. — *Assainissement des villes et habitations*.

profitto dei loro proprietari, i quali falciano una quantità di erbe più che doppia di quella che si ottiene dai prati ordinari, senza che sia d'uopo di alcuna concimazione. Da siffatto uso delle acque di fogna poi non ne deriva alcun danno alla salute pubblica anche nel caso di epidemia, come lo ha mostrato l'esperienza secolare.

Ora si tratterà di stabilire l'estensione del terreno che sarà necessaria per depurare le acque di fogna in una misura conveniente.

Il dott. Proust appoggiandosi alle regole da esso più sopra indicate, dichiara che si può depurare assai facilmente sopra un suolo permeabile abbastanza atto per costituire un buon filtro naturale 50 000 m. c. d'acqua di fogna per ettaro e per anno. Questa cifra, intorno alla quale si oscilla in un gran numero di prove pratiche varia ciò nullameno col clima, la natura del suolo ecc. in conseguenza di che si è molte volte sorpassato; Frankland ha potuto senza inconvenienti scaricare 120 000 m. c. sopra ogni ettaro; e si cita Merthyr-Tidvil ove il Bayley-Denton giunse a 180 000 e 240 000 metri cubici sopra ciascun ettaro.

Diversi igienisti ritennero di poter determinare la stessa estensione di terreno in ragione della popolazione dalla quale sono scaricate le acque di fogna. Così per Bruxelles, che ha la popolazione di 300 000 abitanti, si calcolava un ettaro per 50 abitanti. Invece secondo il Lengerk si ritiene essere necessario un ettaro per 24 persone; ed Hope calcolerebbe 66 individui per ettaro. Se non che questo modo di calcolare ci sembra poco esatto, pel motivo che la quantità delle acque di fogna non è in una misura costante in tutti i luoghi ne proporzionata alla popolazione, ma varia assaissimo in relazione alla maggiore o minore quantità d'acqua disponibile per le fognature. D'altra parte è d'uopo di tener conto del genere di coltivazione a cui si vuol destinare l'acqua, variando assaissimo secondo che il terreno è a prato oppure coltivato a cereali, a civaie ed ortaggi, come del pari se l'irrigazione del terreno è continua oppure alternata.

Prendendo a considerare la Lombardia intorno alla quale si ha uno studio secolare sull'irrigazione emerge che con un metro cubico di acqua continua si possono inaffiare di

Terreno a prato	Ettari	750
Aratorio molto permeabile	»	910
Mediamente permeabile	»	1130
Poco permeabile	»	1300
Tenace	»	1500
Se il terreno è a prato perenne e mar-		
citorio utilizzando gli scolì	»	60

Per irrigare le ortaglie situate nei contorni di Milano, ove si coltivano dei prodotti diversi, con litri 34,60 al minuto secondo si possono irrigare Ettari 1,70 ammesso che la durata dell'irrigazione sia di 6 ore e che questa irrigazione si effettui ogni 8 giorni.

Si avrebbe quindi che con un metro cubico di acqua si possono irrigare 49 ettari in ruota di otto giorni, ossia un metro cubico d'acqua per 8 ettari.

Dalle esperienze istituite dalla Commissione di Rugby si trovò che irrigando un ettaro di terra con 7500 metri cubici d'acqua l'accrescimento del raccolto era del 12 %, per ogni mille metri cubici d'acqua sul primo raccolto, ossia su quello senza l'irrigazione. Oltre questa dose se si aggiungeva altra quantità d'acqua sino ai m. c. 7500, l'aumento non dava più che il 10, 50 per mille metri cubici; proseguendo ad accrescere il volume dell'acqua il vantaggio andava sempre più a diminuire.

Ma dove l'acqua di fogna riesce la più adattata e fornisce i maggiori vantaggi si è quello di impiegarla nella coltivazione dei prati perenni denominati a *marcita*.

Per questi prati è necessario che l'acqua abbia un certo grado di calore anche durante l'inverno e non discenda oltre i 4 gradi sopra zero affinché non geli. Ora dalle esperienze istituite a Parigi nel 1869 si ebbe che allorquando l'aria atmosferica all'inverno discendeva da zero a 10° sotto zero, le acque di fogna non si abbassavano giammai al di sotto da 3° a 4° sopra zero: mentre poi all'estate si conservavano a 11°, quando la temperatura esterna saliva a 29° 9 centigradi.

Questa circostanza favorevole fa sì che allorquando si possono coltivare i prati perenni a *marcita* l'utile sarà enorme, poichè se un determinato prato ordinario può dare annualmente quintali 67 di fieno per ogni ettaro, riducendolo a *marcita* si avrà il prodotto di quintali 190 all'ettaro vale a dire si triplicherà quasi il ricavo.

In quanto al volume delle acque scaricato dalle fogne esso non può essere indicato a *priori* ne in via approssimativa, ma va determinato in base alle osservazioni ed all'esperienza, potendo variare assai dall'una all'altra città. Infatti dagli studi intrapresi dal Roster sopra 41 città, riferendo il volume annuale delle acque all'unità di popolazione risulta che per individuo e per anno si ha un massimo di metri c. 128 per la città di Hertford, ed un minimo di m. c. 28 per la città di Harrogate. Vi è troppa differenza perchè questi dati possono servire nella pratica.

Quando si conosca il volume delle acque da scaricarsi dalle fogne e le qualità delle colture alle quali le stesse acque sono destinate, tornerà assai facile di determinare la superficie di terreno che dovrà essere destinata all'irrigazione.

Prima di chiudere l'esame del provvedimento da prendersi sull'impiego delle acque delle fogne e di destinarle all'irrigazione dei terreni ci è d'uopo di dovere fare alcune considerazioni per eliminare i pregiudizi che hanno molti tecnici sui temuti danni che possono derivare alla salute pubblica dalla suindicata applicazione.

Nell'atto che si discuteva il progetto per la fognatura di Napoli il Consiglio superiore dei Lavori pubblici fra le altre cose dichiarava:

« Anche poi sui fondati benefici della irrigazione dei campi colle acque fecali « si ammette, ed è di fatto, che i prodotti diventano opimi; ma è un fatto al-
« tresì che a Berlino le ortaglie che vi crescono sono rifiutate sui mercati pel

« prezzo che censervano e persino i cavalli disdegnano e respingono il fieno » che vi si lascia sopra, ciò che se è vero colà, come è verissimo, deve essere « vero anche altrove in circostanze eguali a quelle dell'impero Germanico ed « anche qui in Italia esempi non mancherebbero, benchè in iscala minuta ».

E trattando delle acque di fogna di Parigi lo stesso Consiglio soggiungeva che tali fogne « scaricano il loro impuro prodotto sulla penisola di Genevilliers, « e le altre acque condotte a Bondy, dapprima decantate come innocue ora non « si credono più tali. Le antiche e le recenti querele contro la eseguita cana- « lizzazione hanno ingenerata la convinzione negli igienisti che sia necessario « tosto o tardi di portare tutte le acque luride all'Havre » (1).

Il Durand-Claye che visitò i lavori della fognatura di Berlino, in una memoria del medesimo pubblicata nel 1886 (2) dichiara che la grave questione del risanamento di una grande città venne risolta a Berlino in modo soddisfacente. Le materie impure vanno alla fognatura e si mescolano ad una grande quantità d'acqua e sortono per purificarsi passando attraverso i terreni. Sono passati ormai 14 anni e l'esperienza non può a meno di ammettere un successo incontestabile.

Qui come si vede non si fa alcun cenno che i prodotti orticoli che si hanno dai terreni irrigati colle fogne siano cattivi e rifiutati sui mercati, circostanza che non si poteva dimenticare.

Lo stesso Durand-Claye che ha visitate alcune città della Germania dichiara che l'unico mezzo di risolvere il problema igienico sugli scoli delle fogne è quello di impiegarli nella irrigazione dei terreni avendo dimostrata l'esperienza essere un tal mezzo preferibile a qualunque altro. A Danzica si immettono giornalmente nei serbatoi 13 500 m. c. di scoli forniti da circa 4000 diramazioni che raccolgono il contributo di 13 677 latrine e di 12 407 acquai privati. Giunti le acque nei serbatoi, dopo la separazione delle materie solide in sospensione, le acque vengono spinte sui terreni col mezzo delle pompe. Lo stesso mezzo adottato a Danzica venne seguito a Breslavia. Il risanamento di quest'ultima città, che conta 250 000 abitanti, non costò che la spesa di L. 2 250 000.

A Milano le acque della fognatura provenienti dalla popolazione di oltre 190 mila abitanti sono convogliate col mezzo del canale Vettabbia sui terreni a prato posti appena fuori delle mura. Ebbene il prodotto delle erbe e del fieno di questi prati serve pel mantenimento di numerose mandre che lo pascolano avidamente dalle quali si ha del latte, del burro e del cacio eccellente che si consuma in città e che si esporta anche all'estero. Qui si ritiene da tutti che le acque più apprezzate pei prati *marcitori* siano quelle che provengono dalla fogna della città le quali danno i migliori e più importanti prodotti (3).

Se questo non bastasse per provare l'errore in cui è caduto il Consiglio dei

(1) Voto del Consiglio superiore dei Lavori pubblici emesso in seguito alle deliberazioni del Consiglio Comunale di Napoli del 6 febbraio 1885.

(2) *Annales des Ponts et Chaussées*.

(3) Vedi Milano ed il suo territorio. Tomo. II.

Lavori Pubblici dobbiamo aggiungere che tutte le ortaglie di Milano, la cui produzione in erbaggi e civaie si smaltisce in parte sui mercati della città ed in parte trasportata nei comuni rurali, sono irrigate interamente colle acque nelle quali furono diluite le materie provenienti dallo spurgo dei pozzi neri, cosicchè corrispondono evidentemente alle acque di fogna.

Rimarrà ora a conoscersi se effettivamente sussiste quanto venne detto intorno alle acque di fogna di Parigi che vengono tradotte a Gennevillers per l'irrigazione di quei terreni.

La Commissione nominata dal Prefetto della Senna per le proposte di risanamento di Parigi nel suo rapporto, trattando della irrigazione di Gennevillers, vien detto: « Che la popolazione di Gennevillers si aumentò fra i due ultimi « censimenti dal 1876 al 1881 del 34 % in seguito alla immigrazione di un « gran numero di coltivatori giunti dai comuni vicini. Lo stato sanitario non « lascia nulla a desiderare. Dopo molti anni sarebbe impossibile di citare la più « piccola ombra di lagnanza (1).

E nello studio dei nuovi lavori da eseguirsi per estendere l'irrigazione nei poderi di Achères colle stesse acque di fogna di Parigi, la stessa Commissione costituita, come si sa da ispettori di Ponti e strade, da ingegneri civili, da igienisti, architetti ecc. ecc. dichiarò nettamente « che le acque di fogna della città « di Parigi allo stato attuale, vale a dire che contengono una forte proporzione « di materie escrementizie, possono essere sottoposte al processo di depurazione « col suolo senza pericolo per la sanità pubblica (2).

Questo voto è sanzionato dalle esperienze istituite a Gennevillers sopra più di 530 ettari di terreno colle acque di fogna che contenevano incontestabilmente una quantità assai notevole di materie escrementizie. Sembra adunque di avere dimostrato la massima sicurezza sotto il punto di vista igienico della convenienza di estendere le irrigazioni sui terreni di Achères.

Nell'adunanza di igiene tedesca tenuta a Breslavia nel settembre 1885 il Kaumann si dichiarò d'avviso che il metodo di impiegare le acque di rifiuto per l'irrigazione dei terreni, nel modo adottato anche a Breslavia, sia da considerarsi sotto ogni riguardo un beneficio per quella città. Egli dimostrò la superiorità del metodo di irrigazione in confronto dei prodotti di depurazione artificiale delle acque di scolo. Ma laddove la depurazione artificiale diventa inevitabile perchè il terreno non si presta all'irrigazione o per altri impedimenti si debba studiare un processo che possa eguagliare nei risultati la depurazione naturale coll'irrigazione (3).

Di fronte a siffatte dichiarazioni abbastanza esplicite da persone competenti d'igiene come mai si può dubitare tuttavia sull'innocuità delle irrigazioni colle acque di fogna?

Ed è per questi motivi che nelle ultime proposte fatte per estendere la fognatura di Milano venne stabilito di impiegare le sue acque nella irrigazione dei

(1) *Annales des Ponts et Chaussées* Settembre 1885.

(2) Art. 32 delle Risoluzioni della Commissione.

(3) *Annuario scientifico ed industriale* Anno XXIII.

terreni che si trovano al sud della città non riconoscendosi in ciò alcun pericolo per l'igiene pubblica.

Prima di abbandonare questo argomento dobbiamo aggiungere una notizia che ci viene attualmente recata da una pubblicazione scientifica Francese, la quale merita la massima attenzione.

Un avvenimento curioso, vien detto, la cui applicazione potrebbe cambiare la faccia della questione sul depuramento delle acque di fognatura nelle grandi città, è la scoperta fatta recentemente che una corrente elettrica depura meravigliosamente le acque di fognatura.

Questa scoperta è dovuta al chimico di Londra Webster. Secondo questo chimico un liquido di color d'inchiostro versato alla stazione di Deptford del servizio Metropolitano prende sotto l'azione della corrente elettrica un movimento generale di rotazione. È come una processione di molecole dall'alto al basso e dal basso all'alto, contrariamente a ciò che vi passa coi reagenti chimici i quali determinano una precipitazione, le materie in sospensione si riuniscono alla superficie nel liquido. I gas sviluppati dall'azione elettrica si attaccano a queste materie e le fanno galleggiare, ma quando si agita la bottiglia il tutto si colloca nell'ordine delle densità.

In 20 minuti, dell'acqua di fognatura spogliata di tutta la sua trasparenza, si rischiarà, salvo alla sommità ove le materie organiche vanno a formare una crosta semi solida.

Ecco assicurata una scoperta inattesa e che merita di essere proseguita in ciò che tocca la sua applicazione al risanamento delle acque dei fiumi e dei canali che attraversano le città (1).

10. — *Destinazioni diverse che furono date ai condotti di fognatura.*

Nella costruzione e destinazione dei canali di fognatura non venne seguito dappertutto il medesimo principio mentre in alcuni si sono ammesse le deiezioni, le acque domestiche e le pluviali delle strade, escludendo qualunque altro servizio; in altri vennero compresi i tubi per le acque potabili, per il gas, i fili elettrici, ecc. comprendendo del pari le deiezioni, le acque pluviali e le immondizie stradali. In alcune città invece furono escluse le acque di pioggia delle strade, seguendo il principio adottato dal Waring non accogliendo che le acque lorde e le deiezioni delle case.

In queste destinazioni differenti date ai canali di fognatura spesso motivate da circostanze speciali, torna opportuno di esaminarle separatamente per conoscere la convenienza o meno di adottare piuttosto l'uno che l'altro sistema.

Nella fognatura di Londra vi entrano le deiezioni, le acque domestiche e le pluviali defluenti dalle case e dalle strade, ma non si ammettono le immondizie

(1) L'année scientifique ed industrielle del 1888.

stradali che vengono trasportate coi carri, nè i tubi delle acque potabili, nè i fili elettrici, cosicchè la sezione dei canali venne limitata agli accennati servizj (1).

A Parigi venne seguito un sistema molto più largo. I canali di fognatura comprendono tutti i servizi tanto pubblici quanto privati, per cui ne derivò la denominazione del sistema *tout à l'égout*. Laonde oltre allo scarico delle latrine, alle acque pluviali ed a quelle lorde di cucina, vengono immesse nella fognatura tutte le immondizie, il detrito, il fango e la lavatura delle strade comprendendo altresì i condotti dell'acqua potabile, quelli del gas, ed i fili elettrici e ciò pel motivo di ovviare al grave incomodo di manomettere il pavimento stradale per far luogo alle riparazioni che frequentemente abbisognano queste diverse condutture.

Da siffatta molteplicità di servizi fra loro riuniti emerse necessariamente il bisogno di costruire delle grandi gallerie fiancheggiate da banchine per il passaggio degli operai e pel collocamento dei condotti. Se non che dall'immissione di tutte queste materie e particolarmente dei detriti e delle immondizie la velocità della corrente non essendo bastante a trasportarle, si rende necessario l'impiego di un gran numero di operaj per tenerle in moto costantemente, con che si ha una spesa giornaliera molto grave (2).

Ad onta di tutto questo l'attuale fognatura non soddisfa punto ai bisogni dell'igiene trovandosi tuttavia 60 mila fosse fisse, e 23 000 apparati divisorj per cui le deiezioni solide devono in molta parte essere trasportate con carri. In questo stato di cose non è punto da stupirsi se la salute pubblica a Parigi senti il bisogno di dover eseguire degli altri lavori, come vedremo più innanzi.

Nella fognatura di Berlino si immettono le acque pluviali delle strade e quelle lorde provenienti dalle case non che le deiezioni, essendosi vietate le fosse fisse, sono perciò esclusi i condotti di qualunque natura dei quali si provvede in modo diverso.

Anche nella fognatura di Francfort s. m., come quella di Berlino non vi defluiscono che le materie fecali, le acque lorde delle case e quelle delle strade. In quanto alle acque di pioggia nei grandi acquazzoni si è provveduto di scaricarle nel fiume Meno col mezzo degli occorrenti stramazzi.

Nel progetto della fognatura di Napoli, ora in corso di esecuzione, vennero separate le acque pluviali provenienti dalle colline che sono scaricate direttamente nel mare col mezzo di due canali della lunghezza di 4 chilometri. Di più per il col-

(1) A Londra non si lascia defluire nella fognatura che l'acqua delle strade e non già il fango e le deiezioni animali. Per queste ultime vi sono dei fanciulli da 10 a 15 anni forniti da una pala e da una scopa che raccolgono immediatamente le deiezioni solide le quali vengono in seguito gettate in fogne speciali di ghisa disposte ad intervalli lungo le vie. Questa pulitura ha luogo particolarmente ove si trovano i pavimenti in legname all'oggetto di impedire la loro putrefazione. Le spese annue di pulimento ed inaffiamento ascendono, nella sola City, a L. 900 000; e siccome la superficie totale della City è di ettari 259, così si ha la spesa media del pulimento in L. 3475 all'ettaro. A Parigi questa spesa è di L. 2160 all'ettaro.

(2) La Commissione nominata dal Municipio di Torino per lo studio e le proposte di una nuova fognatura allorchè visitò le grandi gallerie di Parigi ha veduto una schiera di 1200 operaj impiegati a tener in movimento le diverse materie che giornalmente si scaricano nella fognatura.

lettore basso della città non volendo immettere nel mare le acque di fogna inquinate dalle dejezioni, le quali avrebbero cagionati dei depositi a danno dell'igiene, si tennero separate le acque di fogna da quelle pluviali col mezzo di due condotti distinti, scaricandosi le ultime direttamente nel mare, mentre le prime sono sollevate con macchine per poterle versare nel mare stesso, ma ad una grande distanza insieme alle altre provenienti dalla città.

A Bruxelles i canali di fognatura sono costrutti in conformità di quelli di Parigi, vale a dire con un canale nel mezzo e con due banchine laterali. Se non che in queste fognature non sono immesse le spazzature delle strade nè i condotti del gas, dell'acqua potabile e dei fili elettrici, accogliendo soltanto le dejezioni, le acque lorde e le pluviali. Nullameno per la poca pendenza che hanno i canali necessita l'intervento di un determinato numero di operaj per mettere in moto le materie che si arrestano e che impedirebbero il deflusso delle acque.

Nel progetto compilato per la fognatura di Tolone venne stabilito di escludere le acque pluviali delle strade. Queste acque, che sono abbondantissime al momento delle piogge, avrebbero impegnato a delle sezioni enormi dei condotti nei quali in seguito si sarebbe ottenuto uno scolo difettoso, cosicchè si sono separate le acque domestiche e le materie fecali il cui volume non è molto grande.

Si devono pertanto sollevare meccanicamente le acque pluviali che cadono sulla superficie dalla città di oltre 150 ettari, e che si trova a livello del mare il cui pelo d'acqua in generale è molto elevato nei giorni di pioggia e che impedisce del tutto il funzionamento delle fogne che vi si scaricano.

Si è pensato adunque di condurre le acque pluviali della città alta in un canale trasversale situato al centro della città stessa, lasciando scolare la parte bassa nel porto col mezzo dei canaletti, come ha luogo attualmente.

La canalizzazione propriamente detta non ricevendo che le acque lorde delle case non verrà ostruita dalle sabbie e dalla ghiaja delle strade ed il deflusso avrà luogo nelle migliori condizioni.

Nulla meno venne ammesso di introdurre nella canalizzazione una determinata quantità d'acqua proveniente dai tetti delle case per ottenere nei giorni di pioggia delle energiche risciacquature.

A Varsavia la fognatura serve per lo scarico delle dejezioni e delle acque lorde provenienti dalle case non che per lo smaltimento delle pluviali. Siccome però queste ultime possono essere copiosissime nei grandi acquazzoni, così si è provveduto allo scarico degli oragani col mezzo di quattro condotti separati i quali immettono direttamente nella Vistola, mentre le acque ordinarie sono convogliate nei canali di fognatura insieme alle dejezioni.

Non consta che nella stessa fognatura siano ammessi i condotti dell'acqua potabile, del gas, fili elettrici, ecc.

Nella nuova fognatura che si sta costruendo in Milano furono esclusi i condotti d'acqua potabile, quelli per il gas ed i fili elettrici cosicchè nei canali di fogna non vi saranno che le materie escrementizie, le acque lorde e le pluviali. Pei condotti dell'acqua potabile del gas ecc. venne stabilito nei nuovi quartieri che ciascun proprietario deve costruire lungo la sua fronte verso strada un

canale sotterraneo con dimensioni bastanti per essere percorso dagli operaj e ciò all'oggetto di ovviare all'incomodo assai grave alla viabilità col manomettere il pavimento stradale per eseguire le occorrenti riparazioni e le opere di riforma.

A Roma invece seguendo l'antica consuetudine i condotti dell'acqua potabile furono collocati nei canali di fognatura, come vedremo in seguito allorchè tratteremo dei nuovi lavori che si sono eseguiti e che si eseguiscano in quella città.

Riassumendo il fin qui detto si scorge che tanto in Inghilterra quanto in Germania i canali di fognatura non ammettono i condotti delle acque potabili, nè quelli del gas ed i fili elettrici nell'egual modo che si intende di praticare a Milano pei quali si provvede in modo diverso.

Che nella massima parte le acque pluviali sono convogliate negli stessi condotti della fognatura fino al loro scarico, servendo esse a maggiormente dilavarli dalle lordure che vi potessero essere malgrado le interpolate risciacquature.

Che non si ammettono le spazzature delle strade e si impedisce possibilmente che entrino nella fognatura i detriti ed il fango, inquantochè tali materie sarebbero difficilmente trasportate dalla corrente.

Che non comprendendosi gli accennati condotti, i quali sono totalmente estranei allo scopo della fognatura, si rendono inutili le banchine laterali nell'egual modo che si è praticato a Parigi ed a Bruxelles e come si intende di eseguire nella fognatura di Napoli, inquantochè i condotti di fognatura si possono visitare egualmente coi pozzetti di ispezione senza il bisogno delle banchine per le quali la spesa di costruzione dei condotti si accresce notevolmente.

Che nel caso di riparazioni i canali di fognatura si possono mettere momentaneamente in asciutto col mezzo delle paratoje destinate ad eseguire i risciacquamenti.

Nei Canali di fognatura in Roma si trovò invece di accogliere i condotti dell'acqua potabile, come già si disse, seguendo in ciò un uso inveterato che era invalso allorquando i canali erano di terra cotta o di piombo murati.

11. — *Latrine pubbliche e spanditoj.*

Pel risanamento delle città fra i provvedimenti da prendersi non deve essere dimenticata la costruzione delle latrine pubbliche e degli spanditoj, i quali sono ormai richiesti dai popoli civili per ottenere la necessaria pulitezza e per il comodo pubblico.

Se si deve prestar fede a Giovenale nei primi tempi di Roma le dejezioni e le acque domestiche si raccoglievano in vasi che in ciascun mattino si vuotavano nelle strade ove venivano tolte regolarmente. Malgrado le proibizioni fatte dagli editti si approfittava della notte per gettare tali materie nella strada. Poco prima dell'Impero le case dei Romani vennero provvedute di latrine, come risulterebbe dai resti di Pompei e di Pozzuoli. Venivano esse lavate con un

abbondante quantità di acqua. Un uso bizzarro era quello di collocarle in prossimità delle cucine.

Le latrine pubbliche erano altresì odottate dai Romani. Sotto il regno di Diocleziano se ne contavano fino a 144. Esse si appaltavano ai Foricarij (1) i quali facevano pagare una tassa da coloro che ne facevano uso.

Tutto scomparve coll' invasione dei barbari; dimodochè sino a questi ultimi tempi non si avevano spanditoj e meno ancora le latrine pubbliche. Sono pochi anni dacchè tali servizii furono attivati nelle città ed altresì in alcune grosse borgate.

In Milano vi sono diverse latrine pubbliche, le quali però sono semplici ricettacoli, indecenti e che fanno altamente disonore alla gentilezza dei costumi degli abitanti ed al vivere civile.

Havvi una sola latrina o gabinetto di decenza, che può ritenersi ben fatta, la quale è situata nel fabbricato della Galleria V. E. ma che fu costrutta e che viene esercitata per conto privato.

Il locale occupato da questa latrina ha la lunghezza di circa m. 7,50 e la larghezza di m. 4,50; vi sono in esso sei camerini delle dimensioni di m. 1,45 in quadro, separati da tramezze alte m. 2,70. Il pavimento è di lastre di marmo a lucido a due colori a scacco, e del pari di marmo a lucido bianco le tre pareti dei camerini ciascuna delle quali è in un sol pezzo alto m. 2,50.

Il sedile è costituito da lastre di marmo bianco, il quale comprende il vaso di porcellana smaltato al cui fondo vi è una valvola automatica conforme a quelle adottate nei *Water closets*. Al di sotto del vaso vi è il tubo di scarico in ghisa che giunge fino alla fogna.

Inferiormente al locale trovasi il pozzo nero che occupa tutta la grandezza dello stesso locale. Le materie che vi si scaricano vengono estratte col mezzo delle botti pneumatiche.

Nella parte superiore del locale vi è una cassa di metallo che contiene l'acqua necessaria per lavare i vasi di latrina e per diluire le dejezioni; al qual effetto diramano dei tubi di piombo che vanno a finire negli stessi vasi.

Ciascun gabinetto è chiuso da un imposta, la maggior parte della quale è occupata da una lastra di vetro smerigliato dipinto a fiori. Movendo questa imposta si apre un robinetto e si dà esito al zampillo d'acqua che va a risciacquare il vaso con un moto vorticoso e trasporta in seguito le dejezioni nel canale di scarico. Per la qual cosa, sia nell'entrare nel gabinetto, sia nell'uscire ha luogo un getto d'acqua e la lavatura.

Superiormente al sedile vi è un telaio o cavalletto di legname a lucido e movibile sul quale si adagiano le persone che usano della latrina. Questo telajo si pulisce dall'inserviente ogni volta che si usa.

Il locale è fornito di tutti i comodi necessari per lavarsi e pulirsi; è ornato da specchi e lodevolmente illuminato. Esso presenta la massima proprietà ed il buon gusto. Non vi è che un solo difetto dipendente dall'esistenza del pozzo

(1) I Foricari erano gli appaltatori delle chiaviche e degli smaltitoi.

nero e dalla valvola automatica, la quale nell'aprirsi lascia luogo all'emanazione dei gas mefitici che si svolgono nello stesso pozzo nero.

Come del pari vi manca la ventilazione per cui non è raro il caso che l'atmosfera dell'ambiente non si trovi in condizioni igieniche e priva di odori.

A Parigi in seguito al voto espresso della Commissione tecnica, nominata dal Prefetto della Senna per proporre tutti quei provvedimenti che fossero atti a risanare quella città, vennero stabilite dal Durand-Claye le seguenti massime sulla costruzione delle latrine e degli spanditoj. Esse consistono:

1.^o Nel riunire in uno stesso canale tutte le materie liquide e solide che costituiscono i rifiuti delle abitazioni e convogliarvi egualmente in esso le acque pluviali.

2.^o Evitare in tutti i punti ed in modo assoluto il ristagno delle materie.

3.^o Impiegare l'acqua come veicolo sotto la forma di caduta onde palire i condotti.

4.^o Infine lasciar entrare largamente l'aria nei condotti per togliere i cattivi odori.

Queste massime furono applicate nel palazzo Municipale, nella Caserma Schomberg per la guardia Repubblicana (Baluardo Morland), nei fabbricati delle scuole situate nelle Vie Cajar e Victor Cousin, nel Teatro Italiano, nella piazza del Cha-telet ecc. ed in diverse case private.

Il sistema è eguale dovunque.

L'acqua distribuita per ciascun sedile di latrina è in ragione di litri 10 al minimo per ogni persona; i condotti di scarico sono prolungati sino al disopra dei tetti della casa; al disotto di ciascun sedile di latrina vi è un sifone idraulico. Col mezzo di un serbatoio automatico, sistema Rogers Field, si ha la risciacquatura dei condotti di scarico. Inferiormente a ciascuna pietra dello spanditojo ed alla base di ogni tubo di scarico delle acque di cucina, vi sono dei sifoni colla ventilazione dalla parte superiore di questi tubi; e lungo di essi vi sono delle bocche per le acque pluviali; alle intersezioni dei tubi di scarico vi sono dei pozzetti di visita o caditoje convenientemente ventilati: vi è un solo emissario praticato nelle spalle del condotto situato alquanto al disopra della platea; la diramazione particolare, isolata dalla fognatura, mediante un pilastro costruito verticalmente alla spalla del condotto ed aperto alla casa; infine un sifone idraulico da cui dirama un tubo a monte interposto sul condotto di scarico che ha lo sbocco nella fogna.

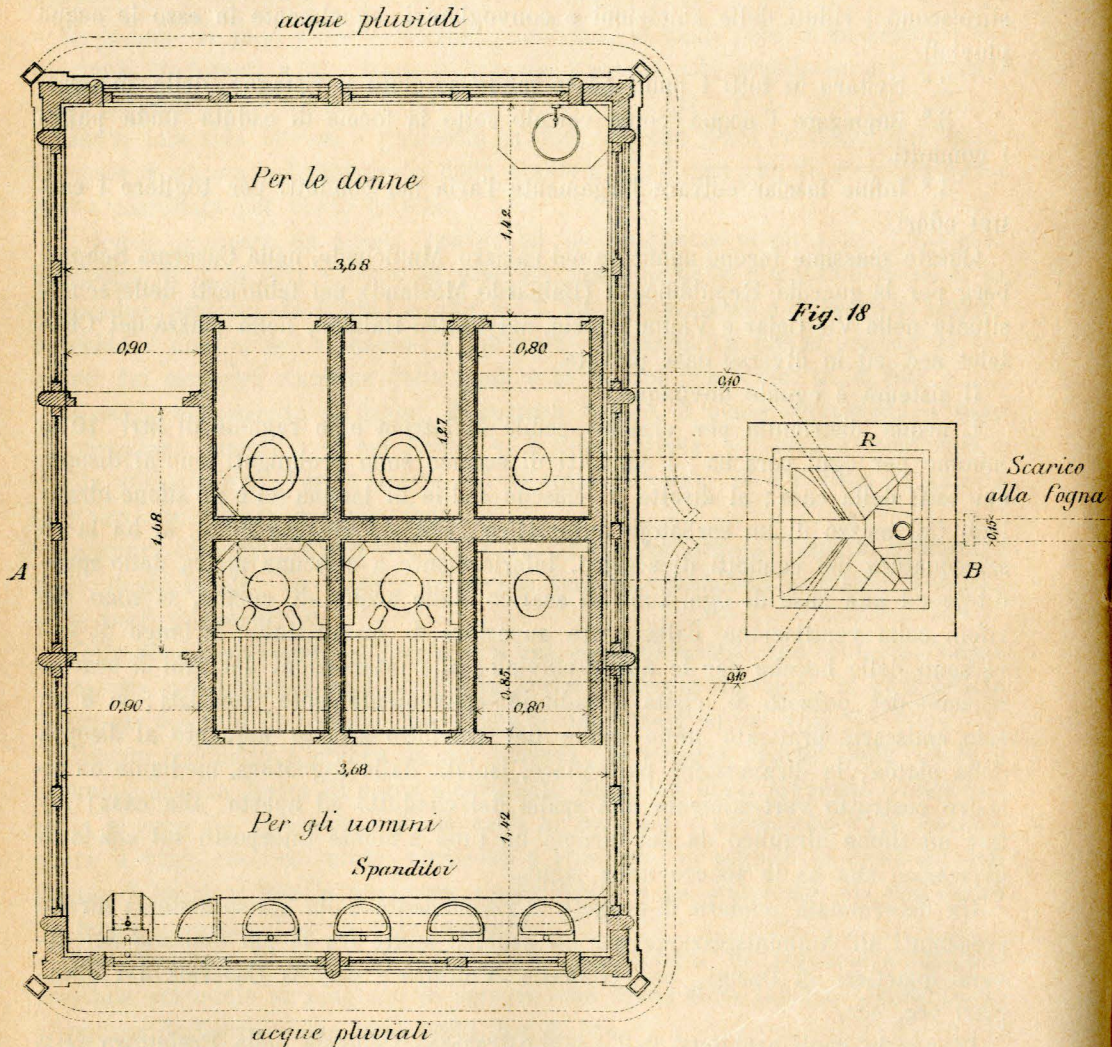
Un determinato numero di progetti di risanamento collo stesso sistema furono presentati all'Amministrazione per 26 scuole, scelte fra le più malsane nei diversi quartieri di Parigi, pel Ginnasio Voltaire e per la Caserma dei Pompieri ecc. ecc.

D'accordo cogli architetti dell'Amministrazione Centrale della Prefettura della Senna ed in conformità all'avviso Prefettizio 27 febbraio 1884 col quale furono stabiliti i lavori di decorazione della Repubblica, si sono erette delle latrine pubbliche e private collo stesso sistema di quello seguito nelle latrine in angolo del Baluardo Magenta. Si deve osservare che gli spanditoj sono di porcellana

smaltata e non già di ardesia; essi vengono puliti col mezzo di cacciate d'acqua intermittenti e non già con un velo d'acqua continuo.

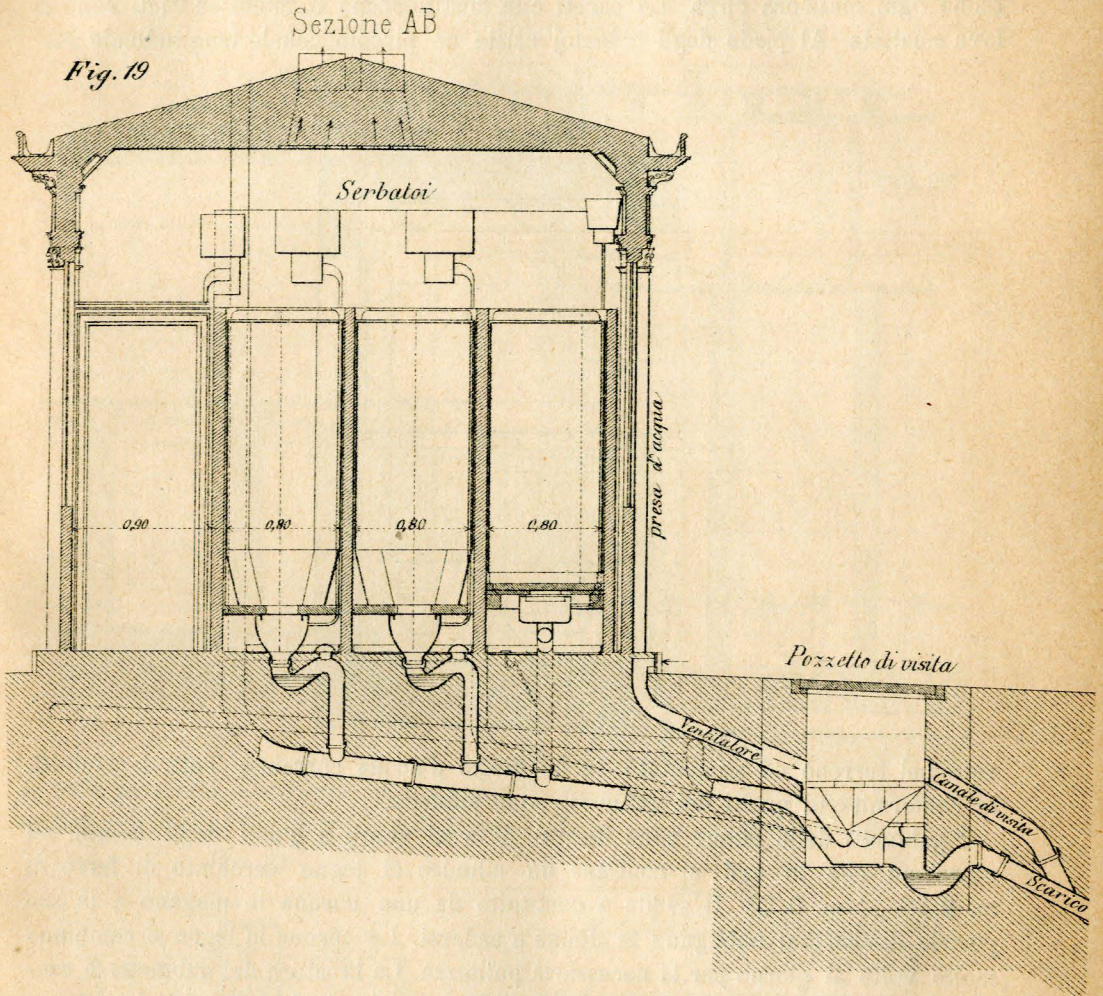
Il chiosco situato sulla piazza della Repubblica comprende dei gabinetti pubblici, due dei quali per gli uomini e due per le donne e quattro orinatoj.

Esso ha la lunghezza di m. 6 e la larghezza di m. 4 ed è separato in due parti eguali mediante una tramezza di mattoni. La parte sinistra è destinata ai gabinetti delle donne e la parte destra a quella degli uomini nella quale sono compresi anche gli orinatoj. Nella fig. 18 viene delineata la pianta del chiosco e nella fig. 19 la sezione trasversale.



Nei gabinetti degli uomini i sedili sono in marmo e trovasi sollevato il posto dove si devono collocare i piedi (veggasi la fig. 20). Il vaso, ed il corrispondente sifone, trovansi delineati nella fig. 19. La fronte del sedile è amovibile onde visitare il sifone collocato in una incassatura. Superiormente al vaso si trova una cassa di piombo col tubo d'efflusso sifonato che serve per raccogliere

i liquidi provenienti dalle dispersioni dei giunti del tubo di scarico col vaso. Anteriormente al sedile di ciascun gabinetto trovasi una vaschetta rettangolare poco profonda coperta da una griglia di ferro galvanizzato le cui barre sono disposte normalmente al sedile. Questa vaschetta è destinata a raccogliere le urine e con-



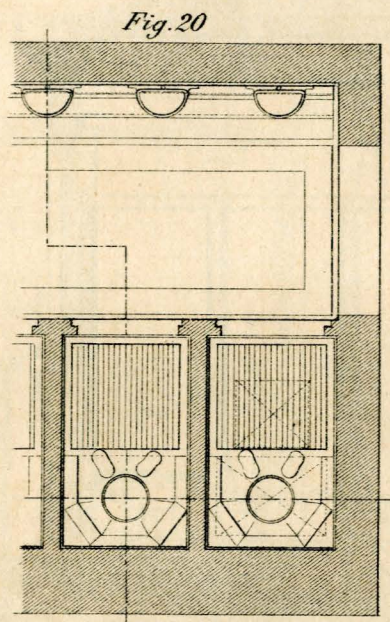
tiene dell'acqua nell'altezza da 4 a 5 centimetri che si rinnova con un serbatoio di cacciata la quale defluisce nella canalizzazione discendente.

La risciacquatura del vaso nel sedile si effettua col mezzo di un serbatoio di cacciata automatica (sistema Fyeld) della capacità di 15 litri situato nella parte superiore. Nella fig. 19 si indica la località ove sono collocati questi serbatoi e nella fig. 24 trovasi delineato il dettaglio di siffatta costruzione.

Una presa d'aria, che perviene dalla copertura, serve a ventilare il condotto. Infine le pareti di questo gabinetto sono rivestite da piastrelle bianche di majolica smaltata. Nella stessa fig. 19 vedesi delineato questo condotto ventilatore dalla sommità del tetto al pozzetto.

Gli orinatoj sono formati da vasi di porcellana smaltata. Essi hanno la forma risultante dalla fig. 25 in profilo e nella fig. 26 nella fronte. Il loro collocamento è assai accurato. Gli effetti dell'acqua si ottengono mediante un serbatoio automatico, sistema Fyeld a due rami. Le cacciate dell'acqua si eseguono ogni mezz'ora circa. Le pareti che costituiscono il fondo ed i lati sono di lava smaltata. Al piede degli orinatoj esiste un piccolo canale longitudinale sca-

Pianta delle latrine per gli uomini



vato nel terreno ed alimentato da un filetto d'acqua corrente. Tutti i condotti, in conformita di quelli dei gabinetti sono sifonati.

I gabinetti delle donne sono forniti di vasi simili a quelli degli uomini ad eccezione che in essi si contiene un cilindro di legno cerchiato di ferro di m. 0,25 $\times$ m. 0,28. Il sedile è costituito da una corona in mogano e le sue piccole dimensioni obbligano le donne a sedersi. Le corone in legno si cambiano molte volte al giorno per la necessaria pulitezza. La lavatura dei gabinetti si eseguisce come precedentemente per cacciate d'acqua automatiche le quali funzionano ogni mezz'ora. Il rivestimento delle pareti verticali è di majolica bianca smaltata e di piastrelle di ceramica il pavimento. La fig. 21 rappresenta la pianta di due di siffatti gabinetti e la fig. 22 l'elevazione in sezione.

In quanto ai gabinetti privati la loro disposizione è la medesima nell'uno o nell'altro lato. Il sedile è di rovere ed amovibile; la fronte ed il disopra sono ferrate sopra cerniere, il vaso presenta una bacinella per l'acqua; il risciacquamento è fornito da un serbatoio (sistema Bean) che funziona colla mano come vedesi nella fig. 23. Sono adornati da uno specchio. Il rivestimento è di piastrelle di majolica decorati, ed il pavimento di piastrelle coramiche.

Infine vi è una bocca d'acqua con una catinella per il servizio, situata l'una

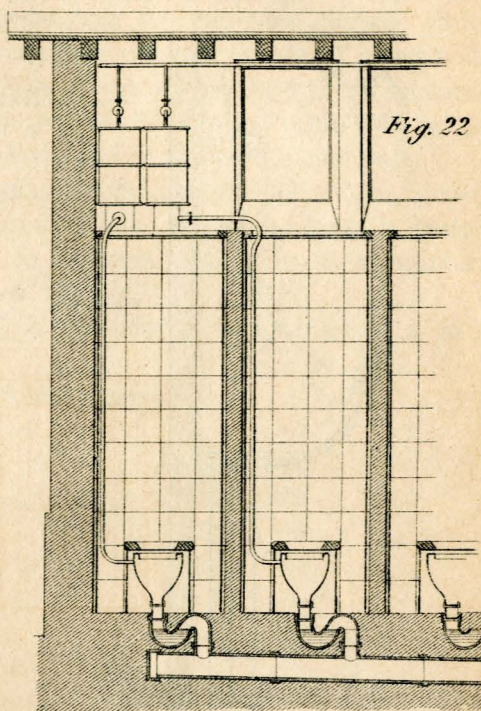
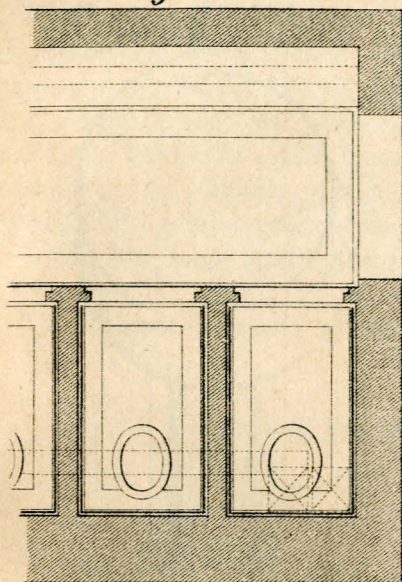
dal lato degli uomini, l'altra da quello delle donne; queste catinelle di tavoletta sono ad altalena ed il tubo di scarico sifonato.

Canalizzazione. — Tutti i condotti di scarico si riuniscono in uno stesso punto verso il quale vanno altresì a finire i tubi di discesa delle acque pluviali

Sez. longitudinale delle latrine per le donne

Pianta delle latrine per le donne

Fig. 21



e delle tavolette. Da questo punto parte l'emissario unico che va a sboccare direttamente nella fognatura o collettore. Siffatta canalizzazione è stabilita con

Fig. 23

Serbatoio a mano

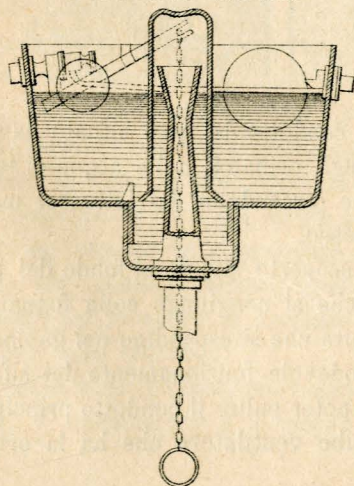
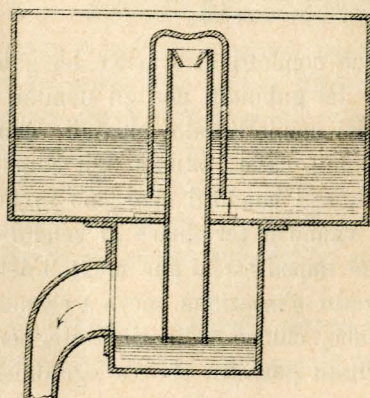


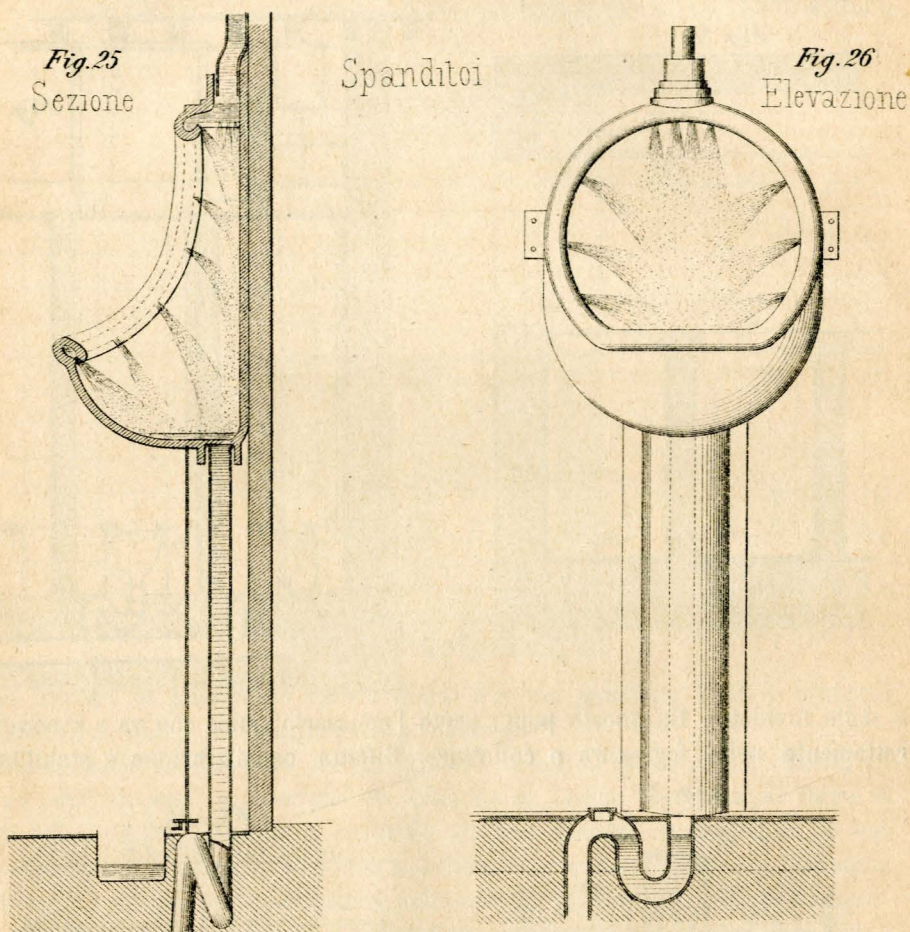
Fig. 24

Serbatoio automatico



una pendenza più che sufficiente per assicurare lo scarico nella fogna di tutte le materie solide e liquide.

Al punto di riunione dei condotti è stabilito un pozzetto di visita. Questo pozzetto, delineato in sezione nella fig. 19, è in muratura ed ha la sezione quadrata di metri 0,80 di lato. È munito, nella parte superiore a livello del pavimento, da un coperchio speciale in ghisa che lo chiude ermeticamente. In esso si tro-



vano i due condotti di scarico dei gabinetti, il condotto dei vasi situato davanti ai sedili dei gabinetti per gli uomini, quegli degli orinatoj, delle acque di tavoletta e dei condotti delle pluviali. Queste ultime discendono dal tetto col mezzo delle colonne cave, situate agli angoli del chiosco.

Tutti questi condotti sboccano in un canale scoperto situato al fondo del pozzetto, e vanno a terminare al condotto unico che si congiunge colla fognatura. Un sifone impedisce ai gas mefitici della fognatura che si espandino nei gabinetti; Un pozzetto d'ispezione serve a riconoscere il lodevole funzionamento del sifone, ed un tubo, chiuso ordinariamente, permette di poter pulire il condotto principale.

Nel citato pozzetto sbocca egualmente un tubo ventilatore che ha la origine

nello zoccolo e che serve a sopprimere i cattivi odori. Infatti si comprende che lo stesso movimento dell'acqua e delle materie nei condotti provoca l'aspirazione dell'aria e la ventilazione costante in questi condotti ed impedisce che si accumulino e che ritornano i gas mefitici.

Una tale canalizzazione è di terra cotta di Doulton, avendo i condotti principali il diametro di m. 0,15 e quelli secondari da m. 0,10 a m. 0,05.

La costruzione di questo chiosco venne fatta con una cura speciale. Vi è un piccolo colorifero a gas che serve a riscaldare il locale durante l'inverno. Esso è illuminato da becchi eleganti a gas situati sopra mensole, ovvero sui tavolati di separazione nei gabinetti. Le impugnature delle porte, come pure le parti esposte alla vista dei tubi di alimentazione dell'acqua, sono nichelizzati.

L'aspetto esterno del chiosco, posto sulla Piazza della Repubblica, serve in parte alla decorazione della stessa piazza. Il lusso in esso spiegato è diretto a promuovere la pulitezza ed aumentare la frequenza, come lo ha dimostrato l'esperienza. Ecco a tale riguardo alcuni dati statistici.

I gabinetti sono aperti alle ore 7,30 del mattino e si chiudono a 10 ore di sera.

La frequenza ordinaria giornaliera è la seguente:

	Uomini	Donne
Gabinetti pubblici	370	220
Privati	32	48
Orinatoj	90	—

Quantità d'acqua pei

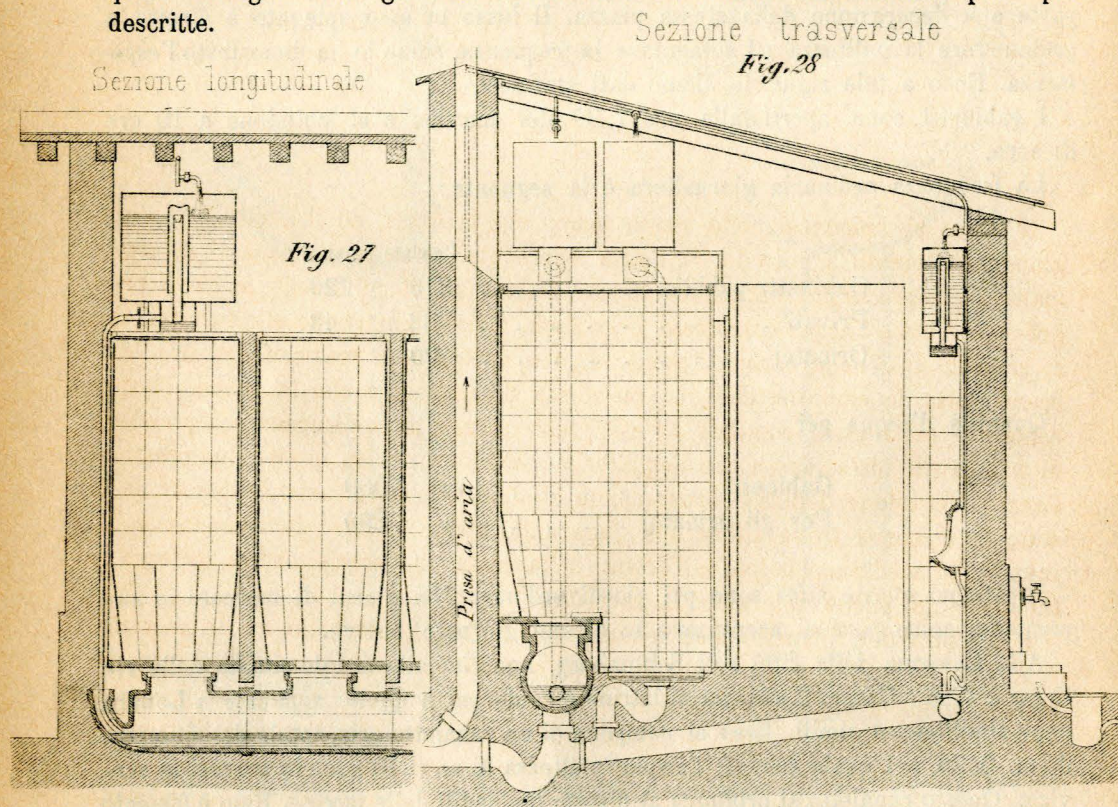
Gabinetti	Litri	7000
Per gli orinatoj	»	290

Ripetiamo queste cifre sono pei giorni ordinarj. Nei giorni di mercato si aumentano, come pure si accrescono in alcune giornate festive.

Alle Caserme della città e di Schomberg, non che alle scuole situate nelle vie Cujas e Victor Causin il sistema di latrine è conforme a quelle applicate a Londra negli stabilimenti simili. Esso si compone di un canaletto orizzontale del diametro di m. 0,30, nel quale trovasi l'acqua in altezza di m. 0,10 quando trovasi in servizio. Questo canaletto si prolunga al disotto dei sedili delle latrine. Esso è formato da pezzi di tubo in gres verniciato, sul quale si eleva verticalmente in corrispondenza di ciascun foro del sedile un tubo del diametro di m. 0,28. Il canaletto in tal guisa disposto va a terminare da una parte in discesa nel condotto, il quale immette nel canale di scarico mediante un sifone idraulico; e dall'altra parte è disposto per ricevere le cacciate d'acqua di un serbatoio automatico situato al disopra delle latrine.

I sedili sono disposti convenientemente in ciascuna cameretta sopra il canaletto; il rivestimento è di majolica smaltata che copre le pareti e le tramezze.

Le orine, anteriormente ai sedili, sono raccolte in un pozzetto o vaschetta di sezione rettangolare che abbraccia tutta la superficie del suolo del gabinetto e si estende senza interruzione in tutta la larghezza delle latrine. Questa vaschetta funziona nello stesso modo del canaletto posto sotto i sedili, in essa trovasi dell'acqua in altezza di m. 0,03; le sue estremità sono disposte l'una verso lo scaricatore, l'altra per ricevere le cacciate da un serbatoio automatico egualmente situato in alto. Delle griglie in ferro con barre piatte, sono disposte normalmente alle fronti dei sedili al livello del suolo di ciascun gabinetto e superiormente alla vaschetta delle orine; queste griglie, per facilitare il pulimento, si possono togliere a mano. La fig. 27 dinota la sezione longitudinale di queste latrine col relativo serbatoio automatico; e la fig. 28 la sezione trasversale dalla quale emergono tutti gli accessori inerenti alle latrine che abbiamo più sopra descritte.

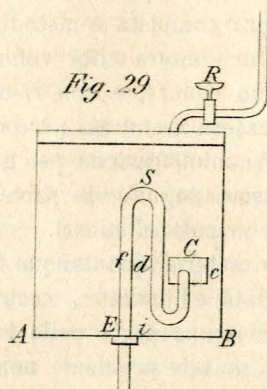


Serbatoi automatici. — Questi serbatoi sono costrutti con diversi sistemi più o meno complicati, ma in generale corrispondono, a quelli delineati nelle fig. 23 e 24 il primo dei quali lo scarico delle acque si effettua colla mano, mentre il secondo è automatico. All'Esposizione d'igiene di Parigi del 1886 si vedevano diversi modelli esposti da macchinisti idraulici conosciuti, tra i quali quelli di Doulton, Geneste, Gerscher, Rogier-Mothes, Flicontoux, ecc. ecc.

Prendiamo in esame quello presentato da quest'ultimo che serve per le cacciate automatiche ed intermittenti.

Ecco in che consiste il funzionamento di un tal apparato.

Sull'orificio di scarico E (fig 29) e di una cassa serbatoio A B è fissato un sifone S il cui ramo ricurvo si eleva e penetra sotto una campana fissa C. In *i* nella parte bassa del ramo del sifone, vi è praticata una piccola apertura che lascia luogo ad introdurvi l'acqua che sale nel serbatoio.



Il sifone riempiendosi nello stesso tempo che la cassa, ed il livello dell'acqua giungendo presso a poco in *d c* l'aria contenuta sotto la campana C si trova inallora compressa fra l'acqua contenuta nella cassa il cui livello si eleva progressivamente e l'acqua compressa nel sifone. Questa giungendo allo scarico, che si presenta in S nella corona del sifone, non oppone alla reazione dell'aria compressa sotto la campana che una resistenza fissa, mentre che la massa d'acqua contenuta nella cassa continua ad esercitare sull'aria della campana una pressione di più in più forte, fino a che l'equilibrio essendo rotto fra queste due pressioni l'acqua del sifone defluisce bruscamente allo scarico in *f*; l'aria contenuta in C sotto la campana trova allora una fuga dallo stesso sifone, la campana viene invasa dal medesimo colpo dall'acqua della cassa che precipitandosi da essa in tal modo nel sifone determina la cacciata.

L'apertura del rubinetto d'alimentazione R regola l'intervallo fra le cacciate.

A Londra le latrine pubbliche e gratuite sono assai rade, ma abbastanza numerose quelle a pagamento colla sola spesa di un penny (10 cent.) comprese le latrine delle stazioni le quali si trovano ad ogni tratto. Le latrine a pagamento sono molto pulite e non emanano alcun odore; esse sono sorvegliate e curate da un personale apposito. Nella *Public House* però si trovano frequentemente delle latrine e degli spanditoj i quali si possono usare anche gratuitamente.

L'Ingegnere inglese Giorgio Jennings ha ideato un nuovo sistema di spanditoj con forme diverse i quali sono molto apprezzati a Londra e per conseguenza si applicano di frequente.

CONCLUSIONE.

Il problema di una fognatura completa e metodica per tradurre all'esterno le dejezioni e le acque lorde di una intera città venne risolto con processi alquanto diversi fra loro, come abbiamo veduto, e con risultati più o meno soddisfacenti. La fognatura di Parigi può essere ammirata per la sua grandiosità, ma non sarà giammai imitata da alcuna Amministrazione pei gravi difetti che presenta.

A Bruxelles, quantunque siasi seguito in parte il sistema adottato a Parigi, nullameno molti difetti si sono colà eliminati.

L'esperienza inglese in tale materia, quantunque recente, è di già considerevole per essere attentamente studiata ed imitata, cosicchè i metodi inglesi vennero applicati in Germania nella massima parte delle loro fognature.

Se non che la soluzione di un tale problema non può essere eguale dovunque, ma deve necessariamente variare a norma delle circostanze locali, specialmente per ciò che riguarda lo smaltimento all'esterno delle acque.

Laonde dopo di avere indicati sommariamente i diversi argomenti e le questioni che si presentano da risolvere nella costruzione di una fognatura, reputiamo essere molto vantaggioso per l'ingegnere che deve progettare simili lavori, e pel costruttore che deve eseguirli di far conoscere i particolari di talune delle principali fognature finora costrutte, dall'esame delle quali si potrà meglio ricavare il modo col quale si sono vinte le difficoltà incontrate nelle differenti circostanze ed i sistemi di costruzione seguiti, sia che i canali comprendano altri usi, oltre lo scarico delle materie e delle acque lorde, sia che la loro destinazione sia limitata a queste ultime materie. Torna poi altrettanto utile lo studio di tali fognature nei loro particolari, inquantochè si comprendono altresì i diversi criterj sui quali furono basate le risoluzioni prese, sia coll'ammettere che coll'escludere i differenti servizi.
