POLITECNICO
DI
TORINO

53

216

BIBLIOTECA

LEGATORIA
DI LIBRI
G. PELLINO
TORINO
VIA BELLEZIA, 6

22.

RISANAMENTO DELLE CITTÀ

DELLA COSTRUZIONE
DEI
CANALI DI FOGNATURA
E DEI DIVERSI MEZZI IMPIEGATI
PER TRADURRE ALL'ESTERNO
LE ACQUE LORDE E LE DEJEZIONI

STUDI E PROPOSTE

DELL'ING. ANTONIO CANTALUPI

POLITECNICO
BIBLIOTECA
TORINO

Con 52 Figure intercalate nel Testo

2422

MILANO
Successore di CARLO BRIGOLA *Libraio-Editore*
11 — Via Pantano — 11
1890

Milano, Prem. Tipo-Litografia degli Ingegneri

PREFAZIONE

Da molti igienisti si ammette che il RISANAMENTO DELLE CITTÀ debba consistere nella costruzione dei Macelli e dei Cimiteri, nel procurare la salubrità e l'aereazione degli edifici pubblici e privati, nello stabilire od aprire delle strade larghe, bene pavimentate e delle piazze e giardini collocati e disposti opportunamente, e finalmente nella provvista di buone acque potabili e nell'eseguire i canali di fognatura.

Se non che la massima parte di questi provvedimenti non riguardano particolarmente il risanamento delle città, ma si estendono altresì all'igiene generale di qualunque territorio e pei quali la pubblica amministrazione vi ha di già pensato con appositi Regolamenti sanitarj, non lasciando alcun incertezza sul modo di eseguire cotesti lavori già discussi e determinati da una lunga esperienza.

Allo stato attuale i quesiti che si presentano per il risanamento delle città, e di qualunque grossa borgata, vertono sopra due argomenti che sono della massima importanza ai quali per l'addietro non venne dato gran peso, quantunque riguardino direttamente l'igiene pubblica e l'interesse dei cittadini.

Questi due argomenti sono: 1.° L'acqua potabile a discrezione nelle abitazioni e pel servizio pubblico; 2.° La costruzione dei canali di fognatura per il più sollecito smaltimento all'esterno di qualunque immondezza.

Dalle Tavole statistiche è abbastanza dimostrato quanta e quale influenza abbia l'acqua potabile sulla salute delle popolazioni, ed in particolare per quelle che dimorano nelle città ed agglomerate, cosicchè qualora si manchi o si diffetti di acqua, oppure sia di qualità cattiva, tutte le amministrazioni dei Comuni e delle città si sono sobbarcate a spese ingentissime per provvedere dell'acqua fresca, salubre ed in quantità bastante onde sopperire a tutti i bisogni della vita ed alle esigenze richieste dall'attuale civiltà.

Per la provvista dell'acqua potabile le questioni che si presentano da risolvere nella maggior parte dei casi sono bene determinate. Trattasi infatti di rintracciare l'acqua pura ed abbastanza fresca ad una distanza ragionevole dal luogo di distribuzione e di eseguire la conduttura in modo tale che questa distribuzione possa aver luogo nei vari punti della città.

Si potrebbe elevare il dubbio se o meno convenga usare quella dei fiumi, dei laghi o delle sorgenti, oppure ricavarla dal sottosuolo. Sono questioni

che riguardano più particolarmente le condizioni locali ed i mezzi per provvedervi. Le questioni adunque sono interamente tecniche che si possono risolvere più o meno facilmente, ma che non hanno giammai sollevato dei quesiti di massima. È questo per altro un argomento di molta importanza anche sotto le viste tecniche e pei grandi lavori che si devono eseguire, in conseguenza di che ci siamo occupati già da molto tempo, e di cui fra breve esporremo il risultato dei nostri studi.

Ma pei canali di fognatura e per gli altri mezzi suggeriti dall'arte e messi in pratica in molte località, gli igienisti non sono tuttavia interamente di accordo. Alcuni vorrebbero le fosse mobili, altri i sistemi separatori, mentre una gran parte propugnerebbe la costruzione dei canali di fognatura colla corrente continua, malgrado alcuni inconvenienti che presenta un tale sistema.

Di fronte a questa disparità di opinioni, che necessariamente inducono una grande incertezza nelle Autorità amministrative sul partito migliore da appigliarsi, ci parve che era un argomento di attualità quello di prendere in esame i diversi sistemi fin qui seguiti o proposti per raccogliere e tradurre all'esterno le acque lorde e le materie fecali, onde rilevare quale dei sistemi fosse da accettarsi e che meglio soddisfacesse ai bisogni dell'igiene.

Da siffatto esame emerse di dover ammettere colla maggioranza degli igienisti che il sistema di fognatura coi condotti d'acqua continua era quello che più di ogni altro provvedeva interamente alle esigenze dell'igiene ed al comodo pubblico, mentre le opposizioni che si sono sollevate intorno al medesimo erano più speciose che reali.

Stabilita questa massima non rimaneva altro che di conoscere quali erano i lavori che si dovevano eseguire all'oggetto che la fognatura corrispondesse al suo scopo, quale era la forma da assegnarsi ai condotti e quali le dimensioni, affinchè fossero possibilmente eliminate le eccezioni che furono sollevate.

I risultati ottenuti nelle grandi città ove si sono eseguite tali fognature, gli studi accurati e profondi dei distinti tecnici che vi ebbero parte, servirono di guida nel determinare i principi che si dovrebbero seguire nella loro costruzione, ricavando così dall'esperienza e dagli studi fatti le norme più consone alle diverse circostanze.

All'oggetto poi di viemeglio illuminare tutti coloro che si occupano di simili lavori abbiamo creduto essere di un grande interesse quello di presentare la descrizione delle fognature eseguite nelle principali città di Europa dalle quali emergono tutti i particolari di costruzione, le diverse questioni che si sono affacciate all'atto pratico ed il modo col quale furono risolte.

POLITECNICO di TORINO BIBLIOTECA

INDICE

DELLE MATERIE CONTENUTE NELLA PRESENTE OPERA

PREFAZIONE . . . . . *Pag.* III

Mezzi diversi che si usano per far defluire le acque lorde e per il trasposto all'esterno delle materie fecali di rifiuto.

Fosse fisse e pozzi neri . . . . . » 2
Latrine e sedili . . . . . » ivi
Canali di scarico . . . . . » 3
Pozzi neri . . . . . » 4
Otturatori . . . . . » 5
Tubi esalatori . . . . . » 9
Fosse mobili . . . . . » 10
Sistemi divisori . . . . . » 14
Latrine a cenere ed a terre secche . . . . . » 16
Sistema di disinfezione . . . . . » 17
Sistemi pneumatici . . . . . » 18
Sistema Liernur . . . . . » ivi
Sistemi Waring e Shone . . . . . » 22
Fognatura di Memfis. . . . . » 23
Sistema pel trasporto delle dejezioni e delle acque lorde colla corrente d' acqua continua . . . . . » 26
Proposte di nuovi sistemi di fognatura . . . . . » 30
Fognature antiche . . . . . » 33
Fognature moderne
Norme generali che si adottano nelle fognature moderne . . » 38
Volume d'acqua e delle materie da defluire nelle fognature . » 39
Elementi di spesa per la costruzione dei canali . . . . . » 43
Disposizione generale di una rete di fognatura . . . . . » 44
Della forma delle fognature e del loro profilo longitudinale . » 45
Struttura dei condotti . . . . . » 51
Opere accessorie nei canali di fognatura . . . . . » 54

Chiusure diverse . . . . . *Pag.* 57
Chiusura Millerat. — Sifone e valvola a campana . . . . . » ivi
Tinetta idraulica e pozzetto . . . . . » 58
Apparati pel risciacquamento dei condotti . . . . . » 60
Ventilazione e processi chimici pel risanamento dei condotti . » 64
Fognatura domestica . . . . . » 71
Scarico all'esterno delle acque di fogna e loro depurazione . » 74
Destinazioni diverse che furono date ai condotti di fognatura. » 86
Latrine pubbliche e spanditoi . . . . . » 89
Serbatoi automatici . . . . . » 98
Conclusione . . . . . » 100
FOGNATURA DI LONDRA . . . . . » 101
Fognatura al nord della città . . . . . » 103
Fognatura a mezzogiorno . . . . . » 105
Utilizzazione delle acque di fogna . . . . . » 106
FOGNATURA DI PARIGI. . . . . » 110
Collettori principali . . . . . » 113
Costruzione delle fogne . . . . . » 114
Canali di scarico e di ispezione . . . . . » 115
Fognatura domestica . . . . . » 119
Determinazioni da ultimo prese a Parigi nell'interesse dell'igiene » 120
FOGNATURA DI BERLINO . . . . . » 124
Disposizione generale della fognatura . . . . . » 125
Quantità delle acque che possono condurre i condotti . . . » 129
Forme dei condotti . . . . . » ivi
Accessori della fognatura . . . . . » 127
Canali di scarico e sollevamento delle acque . . . . . » 130
Esecuzione dei lavori . . . . . » ivi
Costo delle opere e conclusione . . . . . » 131
FOGNATURA DI VARSAVIA . . . . . » 132
Descrizione del progetto . . . . . » 133
Deflusso delle acque di fogna. . . . . » 135
Sezione dei condotti e materiali impiegati nei medesimi . . . » 136
Ventilazione e pulimento . . . . . » 137
Diramazioni e Cammini d'ispezione. . . . . » 138
Bocchette. — Acque sotterranee e costo delle opere . . . . » 139
Esercizio . . . . . » 140
FOGNATURA DI FRANCFORT S. M. . . . . » ivi
Piano della fognatura e forma delle chiaviche . . . . . » 141
Fognatura domestica . . . . . » 142
FOGNATURA DI BRUXELLES . . . . . » 143
Forma dei condotti e sistema di costruzione . . . . . » ivi
Destinazione dei canali . . . . . » 144
FOGNATURA DI DANZICA . . . . . » 145
FOGNATURA DI MILANO . . . . . » ivi
Stato attuale delle fogne . . . . . » ivi
Nuove fognature in corso di esecuzione. . . . . » 151
Fognatura domestica . . . . . » 155

Prescrizioni municipali sulla immittenza delle dejezioni e delle acque lorde nella fognatura . . . . . *Pag.* 156
Progetto per la fognatura generale della città. . . . . » 159
FOGNATURA DI NAPOLI. . . . . » 160
Descrizione della fognatura . . . . . » 165
Macchine pel sollevamento dei liquidi . . . . . » 169
FOGNATURA DI TORINO . . . . . » 170
FOGNATURA DI ROMA . . . . . » 173
Proposte di una Commissione tecnica sulle massime da adottarsi nelle nuove fognature . . . . . » 176
Fognatura nei quartieri dell' Esquilino . . . . . » 177
Fognatura domestica . . . . . » 179
FOGNATURA DI BUDAPEST . . . . . » 181
CONCLUSIONE . . . . . » 182

POLITECNICO di TORINO BIBLIOTECA

MEZZI DIVERSI CHE SI USANO PER FAR DEFLUIRE LE ACQUE LORDE E PER IL TRASPORTO ALL'ESTERNO DELLE MATERIE FECALI E DI RIFIUTO.

Per risolvere il problema che si discute attualmente sui mezzi più efficaci onde raccogliere e trasportare prontamente le dejezioni, le acque lorde e le spazzature all'esterno delle grandi e delle piccole città, ha indotto gli igienisti e gli ingegneri ed architetti ad occuparsi seriamente di una tale questione, prendendo in esame i diversi sistemi che furono fin qui impiegati per ottenere l'intento e la convenienza di adottare piuttosto l'uno che l'altro degli stessi sistemi.

È questo un argomento di una grande importanza per la salute pubblica, ed è il perno principale pel risanamento delle città, avendo l'esperienza dimostrato che la massima parte delle malattie infettive, cioè il vajolo, il tifo, l'ileotifo, il colera ecc. derivano particolarmente dalle esalazioni deleterie delle materie fecali e delle sostanze organiche in decomposizione che si trovano ammassate nelle case, nelle strade od in prossimità delle abitazioni.

La raccolta delle materie fecali e delle acque lorde, non che il successivo trasporto all'esterno degli abitati, si può effettuare in diversi modi i quali però si riducono a cinque, vale a dire.

1.° Colle fosse fisse o pozzi neri, trasportando in seguito le materie all'esterno col mezzo dei carri pneumatici ideati dal Chapusot.

2.° Colle fosse mobili semplici consistenti in botti impermeabili, che dopo riempite vengono tradotte esternamente.

3.° Colle fosse mobili od anche fisse usando degli artifici per separare le materie liquide dalle solide.

4.° Col sistema pneumatico ad aria compressa.

5.° Finalmente col trasporto immediato, dai condotti dei cessi, all'esterno col mezzo dell'acqua a corrente continua, ovvero con mezzi pneumatici, quali sono il sistema Waring ed i sistemi Liernur e Berlier.

Qui daremo brevemente la descrizione di questi diversi apparati e vedremo quali sono i vantaggi rispettivi e quali gli inconvenienti che presentano.

FOSSE FISSE O POZZI NERI.

Il pozzo nero costituisce una parte sostanziale delle latrine o cessi, che si vogliano chiamare, ove vanno a scaricarsi ed a deporsi le dejezioni umane per essere successivamente trasportate all'esterno delle abitazioni e delle città. Laonde la costruzione del pozzo nero è intimamente connessa con quella delle latrine di cui qui ci occuperemo partitamente in tutti i suoi particolari.

Latrine e loro sedili. — Nella città di Torino in forza del Regolamento di Polizia edilizia (1) ogni fabbricato serviente o destinato a servire di abitazione deve essere munito da latrine convenientemente disposte, aerate ed in numero sufficiente alla quantità degli alloggi e degli inquilini cui può dare ricetto (2).

Questa massima venne accolta ed osservata in quasi tutte le città dell'alta Italia in particolare nelle abitazioni civili, mentre nelle case per gli operai bene spesso una sola latrina serve per diverse famiglie (3).

Ogni latrina comprende: la cameretta col sedile; il condotto di scarico delle dejezioni, ed il fognone o pozzo nero col tubo di ventilazione.

La cameretta o camerino deve prendere l'aria o la luce dall'esterno dell'edificio e giammai dai locali interni. Le pareti ed il pavimento vanno costrutti in modo da ottenere e conservare la massima pulitezza. Così queste parti dovrebbero essere coperte da stucco lucido e meglio ancora da lastre di marmo.

(1) Regolamento 18 Giugno 1862.

(2) Fino dalla metà del secolo scorso la costruzione delle latrine costituì il tema di molti studi da parte degli Architetti, non essendo tuttavia comparsa la classe degli igienisti i quali la considerassero sotto il punto di vista della salute pubblica colla scorta della scienza e dell'esperienza. Ed il Milizia nei suoi *principi di Architettura civile*, proponeva alcuni provvedimenti per rendere inodore le latrine fra i quali vi era pur quello di far trasportare le dejezioni dalle acque correnti e di applicare nei sedili i vasi colle valvole e coll'acqua, denominati all'*inglese*. Se non che quelle proposte erano tuttavia ben lontane dal raggiungere lo scopo a cui si mirava particolarmente per ciò che riguarda la costruzione dei pozzi neri e della fognatura.

(3) Sino verso la fine dello scorso secolo si era tuttavia ben lontani in Milano, dal pensare alla salute pubblica; di ciò ne abbiamo una prova evidente nella *Grida generale del Magistrato alla Sanità dello Stato di Milano* sotto la data del 26 aprile 1781 colla quale venivano fatte le seguenti prescrizioni cioè:

« Nell'interno delle case e specialmente nelle osterie, bettole, camere, locande, bottiglierie, latterie, macellerie e cervellerie, ove non vi fossero cisterne per la deposizione delle acque spandibili ed immondezze, qualunque rispettivo padrone sarà tenuto nel termine di due mesi, dalla pubblicazione di questa grida, di far costruire una o più cisterne secondo il bisogno, ed ove mancano di far costruire le latrine ed i cessi necessarj come pure gli acquaj colle loro canne coperte e bastevoli al libero corso delle acque lorde e materie immonde nei recipienti sotterranei i quali devono essere capaci in modo che non si abbiano a vuotare più di una volta, e nei siti angusti più di due volte all'anno sotto pena, ecc.

» Se qualche vaso di cisterna o latrina esistente in casa di ragione di più compadroni tramanda immondezze o per difetto di pietre non bene adattate alla bocca ed al suolo, è tenuto chi ha la bocca dalla sua parte alla pronta evacuazione sotto pena, ecc.

« E se nei canali dei suddetti vasi accadesse qualche ingorgamento che impedisca il corso delle acque ed altre materie o rotture per cui si spargessero, basta che osservati gli ordini sia subito levato l'ostacolo senz'altro vuotamento e sia fatta la necessaria riparazione sotto pena, ecc.

« Quanto poi alle acque di alcun pozzo che venissero deturpate o infette da penetrazione di materie sordide o per qualsiasi altra cagione deve il rispettivo padrone di casa e per esso il conduttore far in modo lodevole spurgare le acque e riparare ad ogni successivo deturpamento, e ciò sotto pena, ecc

I sedili possono essere a livello del pavimento o di poco rialzati, nel qual caso si dicono *alla turca*. Ma nelle abitazioni civili il sedile è sempre elevato dal pavimento di circa m. 0, 45 e comprende: un vaso ad imbuto di majolica o di porcellana a cui fa seguito il tubo di scarico delle materie. Questo sedile ha spesse volte il coperto formato da una lastra di marmo, a cui si sovrapone una tavola di legname mobile a lucido per eliminare la sensazione disgustosa ed insalubre di sedere sul marmo.

Le latrine alla turca non si applicano che nelle scuole, nei pubblici stabilimenti e nelle stazioni delle ferrovie, collocando al fondo del vaso una valvola automobile (1).

Canali di scarico. — Alla estremità inferiore del vaso ad imbuto comincia il tubo di scarico delle materie nella fossa.

Questo tubo va collocato più che sia possibile verticalmente, dacchè è soggetto ad ingorgarsi con somma facilità in causa delle materie solide e della carta che viene gettata in gran quantità nell' uso della latrina. Negli edificj pubblici e nelle caserme, ove bene spesso non si trovano dei getti d'acqua abbondante, oppure essa è in una misura limitata, i danni derivati ai condotti di latrina in causa delle loro ostruzioni diventano enormi.

Il diametro interno dei tubi di scarico, allorchè le materie fecali non sono diluite dall'acqua, venne stabilito delle dimensioni da m. 0, 20 a m. 0, 25.

Ma attualmente nelle nuove abitazioni e nelle case civili ove si usano i vasi così detti all'inglese, al fondo dei quali vi è una valvola la quale impedisce il getto dei corpi voluminosi, il diametro interno dei condotti di scarico è sensibilmente diminuito riducendolo a m. 0, 10, come si pratica già da tempo in Inghilterra ed in America e come venne prescritto recentemente dal municipio di Milano per le case che si costruiscono nei nuovi quartieri forniti di acqua potabile.

Dalle esperienze riferite da C. Slagg emerge che con un diametro di m. 0, 05 alla base dei condotti verticali e col versare circa 7 litri d'acqua si potevano benissimo far passare la carta, i pannolini, ecc. Però per maggior sicurezza si propose di portare il diametro a m. 0, 065, quando il tubo di scarico superiore abbia il diametro di m. 0. 10. Se non che questo cambiamento di diametro dei tubi di scarico riesce in pratica assai incomodo e di una esecuzione penosa per cui non si può in alcun modo consigliare.

Coll'adottare dei tubi piccoli, ma sufficienti al bisogno, si hanno dei vantaggi segnalati sotto le viste economiche.

L'esperienza ha dimostrato che nei tubi verticali le materie solide precipitano, e le liquide vi giungono più tardi, strisciando sulle pareti interne dei condotti. Nei tubi inclinati poi e nei gomiti il solido, strisciando va ad imbrattare la superficie interna, ciò che torna di danno. Da qui deriva la necessità che una tale superficie sia possibilmente levigata.

(1) I sedili così detti alla turca vennero da ultimo adottati nelle scuole elementari in Torino sul Corso Dante, ma sotto il punto di vista dell'igiene sono poco convenienti. Nella scuola di Padova ed in quella da ultimo eretta in Milano nel quartiere dell'antico Lazzaretto i sedili delle latrine sono proveduti da vasi denominati all'Inglese con un abbondante quantità di acqua e coperti da tavole di legname a lucido.

I tubi di scarico sono costrutti in gres oppure in ghisa; qualunque altro materiale non è adattato, non presentando una sufficiente resistenza. Nel collocare in opera questi tubi si deve usare la massima diligenza in particolare nelle congiunzioni dei diversi pezzi, onde impedire il disperdimento dei liquidi. E qualora siffatti condotti siano incassati nei muri, come si pratica il più delle volte, la superficie interna della incassatura va intonacata diligentemente con cemento idraulico allo scopo che qualora avvenga la rottura di qualche tubo le materie disperse non vadano a contaminare i muri. Riesce poi inutile di osservare che i condotti, di qualunque materie siano composti, vanno situati isolati nelle incassature dei muri sostenendo i singoli pezzi colle occorrenti inginocchiature.

Pozzi neri. — La fossa od il fognone destinato a ricevere le materie escrementizie, ed a conservarle sino alla loro estrazione, consiste in un pozzo la cui capacità varia colla quantità delle materie da immettersi e col lasso di tempo che deve trascorrere fra l' una e l' altra votagione.

Per determinare le dimensioni di un pozzo nero in ragione delle persone che dimorano in una casa, ritenuto che in esso si raccolgano oltre le materie fecali anche le acque lorde di cucina, si osserva che dal Pettenkofer vengono indicate le seguenti quantità di rifiuti per ogni persona e per anno:

Materie fecali	Chilog.	34
Orine	»	438
Acque lorde degli acquaj .	»	90

Non si calcolano le ceneri dei combustibili le quali in giornata non sono giammai scaricate nei pozzi neri, ma bensì impiegate nei liscivi e negli ingrassi.

Per ciascun metro cubico di dejezioni si ha il peso medio di Chilogr. 1100.

Quando i pozzi neri siano spurgati due volte all' anno si calcola la loro capacità in ragione di m. c. 0,50 per persona.

La sezione orizzontale dei pozzi può essere circolare, ellittica od anche rettangolare e quadrata; ma in questi ultimi casi gli angoli devono essere arrotondati con un quarto di cerchio all'oggetto di impedire il trapelamento dei liquidi. La stessa disposizione viene data agli angoli formati dalle pareti verticali e dal fondo al quale si da la forma di un arco rovesciato.

I Regolamanti edilizi comprendono delle norme speciali sia sulla grossezza dei muri sia (*a*) sul modo di costruirli per rendere il pozzo nero impermeabile ed impedire le esalazioni dei gas mefitici ed insalubri, sia finalmente sulla situa-

(*a*) La grossezza delle pareti si può determinare mediante la formola che venne data dal Navier cioè:

$$a = 0\,577\,h\sqrt{\frac{p}{P}}$$

nella quale a = grossezza del muro, h l'altezza della parete, p la densità dell'acqua o del liquido contenuto e P il peso specifico del muro. Ora ammettendo che $p = 1$; e $P = 2,40$ si avrà la grossezza a del muro eguale a m. 0,35. Nel caso di un pozzo nero però la densità del liquido è molto al disopra di quella qui esposta per cui la grossezza del muro dovrà necessariamente cambiare.

zione in cui si devono collocare gli stessi pozzi affinchè soddisfino alle esigenze dell'igiene e si renda facile il loro spurgo (1).

Però malgrado tutte le prescrizioni edilizie che si possono imporre non si deve fare assegnamento sulla completa impermeabilità dei pozzi neri, perchè i diffetti di costruzione, le trepidazioni del suolo, l'azione degli acidi sull'intonaco e sui muri la rendono, se non impossibile, ma assai difficile. I buoni costruttori hanno date delle norme per ottenere possibilmente l'impermeabilità, fra le quali vi sono le seguenti cioè: *a)* costruire una buona platea in calcestruzzo; *b)* impiegare dei materiali solidi e resistenti nella formazione dei muri di contorno, orditi esclusivamente con malta di calce idraulica; *c)* conformare il fondo a calotta sferica, e schivare qualunque angolo, dal quale si farebbe strada indubbiamente il liquido; *d)* coprire con vôlta il pozzo non essendo convenienti le lastre di pietra; *e)* collocare un tubo di ghisa che peschi in un pozzetto al basso del suolo il quale si prolunghi sino ad una delle pareti del recipiente ove vi possono accedere i carri destinati al vuotamento: *f)* intonacare le pareti con malta di cemento idraulico dello spessore di 5 centimetri; *g)* finalmente vi furono taluni che hanno suggerito di costruire le pareti con un doppio muro di mattoni e riempire l'intercapedine con argilla (2).

Se tutto questo non si trovasse bastante faremo conoscere che la Commissione pel risanamento di Parigi scartando altri sistemi di pozzi neri, ed in aspettativa di sistemi più perfetti, non seppe che proporre *provvisoriamente*, sul rapporto del Prof. Brouardel, un pozzo nero metallico, sistema Schleh, il quale costa per tutte le sue parti secondo Durand Claye 4 mila franchi. Si acquista così l'impermeabilità a troppo caro prezzo.

Otturatori. — Se non che non è bastante l'impermeabilità delle pareti e della vôlta, per provvedere all'igiene, ma è d'uopo altresì che i gas deleteri che si svolgono continuamente dalle materie fecali in decomposizione, non vadano a contaminare le abitazioni, ascendendo nel tubo di scarico delle stesse materie.

Per formarsi un giusto concetto sulle quantità dei gas che si svolgono dalle materie fecali raccolte nei pozzi neri, basterà di osservare che in seguito alle esperienze instituite dall'Erismann, sopra di un pozzo nero della capacità di 3 metri cubici, occupato per metà dalle dejezioni, si hanno in 24 ore 3140 litri di prodotti aeriformi, cioè litri 1747 di gas puzzolente, 940 litri di acido carbonico;

(1) Il municipio di Milano col regolamento stato approvato dal Consiglio Comunale nella tornata del 12 Luglio 1861, che fu poi modificato successivamente colla deliberazione del 4 Aprile 1862, fra le altre cose ebbe a prescrivere.

a) Che i pozzi neri non si potevano scavare ad una profondità maggiore di m. 4 nel suolo, ne ad una distanza minore di m. 4 dai pozzi d'acqua potabile per non inquinare le sorgenti.

b) Che all'oggetto di rendere impermeabili i muri di perimetro, dovevano essere grossi m. 0,45 ed il pavimento alto metri 0,40 con una coltellata superiore grossa m. 0,13 assegnando ad esso la forma di un bacino.

c) Che gli angoli dovevano essere arrotondati con un arco di cerchio del raggio di m. 0,25, coprendoli con vôlta a tutto sesto o quanto meno con un raggio corrispondente a $^2/_3$ della corda.

d) Che i tubi verticali dovevano avere il diametro interno non minore di m. 0,20 isolandoli dalle pareti con una distanza di m. 0,05 prolungandoli sino al disopra del tetto per ottenere la ventilazione della fogna.

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

446 litri di ammoniaca, 4 litri di acido solfidrico. Quindi l'aria proveniente trasporterebbe in questo caso nelle nostre abitazioni, per un medio in 24 ore, metri cubici 1000 almeno di aria irrespirabile.

Per impedire adunque che questi gas deleterj ascendino per il tubo di scarico e vadano a contaminare le abitazioni si sono applicati alle bocche del vaso ad imbuto diversi apparati otturatori, i quali chiudono più o meno perfettamente la stessa bocca.

Fra questi apparati il più comune, ed il meno costoso, sarebbe la così detta *mezza inglese*. Essa consiste in una lastra di pietra che copre il sedile, nella quale si trova una scanalatura, oppure una vaschetta profonda centimetri 2 circa, che gira intorno alla bocca del vaso. In questa scanalatura o vaschetta si colloca dell'acqua che si cambia giornalmente e nella quale vanno a tufarsi gli orli ripiegati del coperchio di rame.

Si ritiene da molti che sia una chiusura abbastanza buona, ma non si impediscono con essa le esalazioni della fogna, per cui non si hanno dei risultati soddisfacenti; e ad onta della massima cura i gas mefitici invadono spesso le camere di abitazione, in particolare nei cambiamenti delle pressioni atmosferiche, cosicchè nelle moderne abitazioni civili non si adottano che ben di rado e laddove si curi soltanto l'economia della costruzione.

Per la quali cose in giornata si preferiscono gli otturatori *automatici*, ideati da Rogier-Mothes, specialmente nelle latrine pubbliche, quantunque con essi non si abbia una chiusura perfetta. Questi otturatori consistono in un vaso conico di ghisa smaltato nell'interno, al fondo del quale trovasi una valvola munita di contrapeso in bilico che obbliga la stessa valvola a chiudere la bocca inferiore del vaso. Scaricandosi in esso le materie, la valvola si apre, ma riprende ben tosto la sua posizione, in quantochè le materie sono obbligate a cadere nel tubo di scarico in causa della posizione quasi verticale che prende la valvola nell'aprirsi. Col mezzo di una piccola quantità d'acqua che si versa nel vaso, e che si depone nella valvola formata a vaschetta, rimane idraulicamente chiusa la bocca.

Anche siffatta disposizione ha i medesimi diffetti della *mezza inglese*, non avendo altro vantaggio che la chiusura automatica del vaso la quale per altro col tempo e coll'uso non si ottiene il movimento della valvola stessa e la chiusura non si effettua che imperfettamente e diventa perciò insoffribile l'apparato, quando non si provveda prontamente alle necessarie riforme e riparazioni.

Nella fig. 1 vedesi delineato altro fra i molti congegni di valvole automatiche che furono ideati per chiudere le bocche di scarico, nel quale il movimento della valvola si effettua mediante il peso della persona che usa della latrina. Dalla stessa figura si scorge che se si colloca un peso qualunque sulla tavola F G, che serve di predella, essa trovandosi mobile e girevole intorno al punto G, lo stesso peso farà abbassare il punto E in F e mediante l' asta F D e la leva D B, la valvola B C passerà dalla sua posizione verticale a quella inclinata B A, lasciando scoperto l'orificio inferiore del vaso. Questo apparato come qualunque altro dell' eguale natura è condannato per sè stesso, sia per la mancanza dell'acqua pel lavamento e pulimento, sia pei congegni introdotti che vanno soggetti a guastarsi facilmente e di una costruzione poco economica.

Una disposizione forse migliore delle precedente sarebbe quella del vaso a sifone denominato in inglese *siphontraps*, che consiste in un imbuto conico che

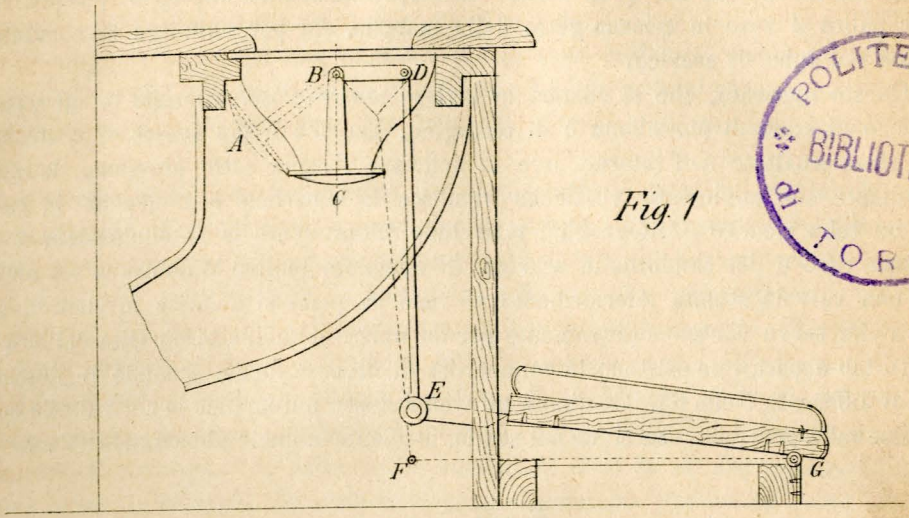


Fig. 1

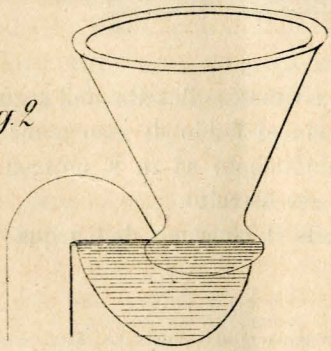
POLITECNICO di TORINO BIBLIOTECA

termina inferiormente in una specie di collo ripiegato a sifone il quale è formato in guisa che riempito di un liquido esso va a chiudere la comunicazione tra il vaso ed il tubo di scarico.

Il sifone è un ottima disposizione ma esige l' uso dell' acqua senza di che le materie viscose si appiccicano alle pareti ed ostruiscono il condotto.

Quì però è da notare che qualora il sifone è corto, come sarebbe quello delineato nella fig. 2, le materie fecali si possono facilmente scaricare nel condotto verticale anche mediante una piccola quantità d'acqua. Ma ogni qualvolta per la necessità della costruzione si vuol allungare il sifone, onde raggiungere il condotto di scarico, le dejezioni si arrestano nel sifone stesso e si appiccicano alle

Fig. 2



pareti in guisa tale da obbligare l'impiego di una grande quantità d' acqua per rimovere le matere e scaricarle. Laonde si va incontro ad un grave difetto che si deve assolutamente schivare. Ne abbiamo avuto una prova nel carcere cel-

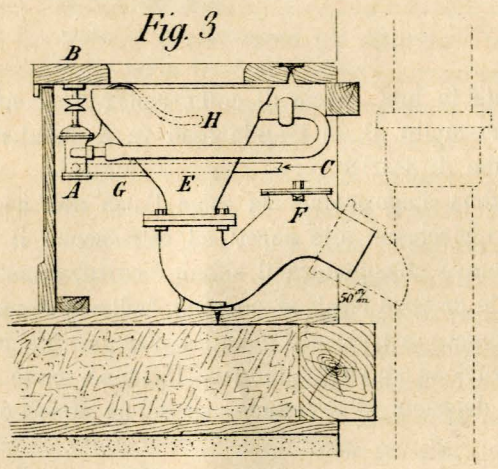
lulare di Milano, ove inconsultamente si sono prescritti dei sifoni lunghi m. 0, 52, per le celle dei piani superiori, i quali hanno presentato l' accennato difetto (1).

Ma il sistema migliore per rendere inodore le latrine è quello dei vasi denominati *all'inglese* nei quali viene contemporaneamente impiegata l'acqua, sia per pulire il vaso in ciascun getto delle materie, sia per chiudere la comunicazione col tubo di scarico.

Questo apparato, che si chiama in inglese *water-closet*, consiste in un vaso a tronco di cono di porcellana o di terraglia, ma che il più spesso si costruisce di ghisa smaltato nell' interno, ove vi defluisce l'acqua sotto pressione, la quale mediante un movimento vorticoso ripulisce la superficie e si depone in parte in un tubo ricurvo o sifone che interclude interamente la comunicazione dello stesso vaso e del condotto di scarico. Si completa inoltre la chiusura col mezzo di una valvola situata inferiormente al vaso la quale si abbassa in virtù di una leva che serve contemporaneamente per far aprire il rubinetto d'uscita dell'acqua.

Di tali apparati ne esistono in commercio di diverse forme secondo le destinazioni differenti. Nella fig. 3 si dinota un water-closet, automatico le cui valvole sono mosse dalla pressione esercitata sul sedile, mediante la quale abbassandosi l'asta AB

Fig. 3



si apre la valvola in E ed il robinetto d'uscita dell'acqua che entra col mezzo del tubo C, sia nel vaso in H sia al fondo di esso e nel sifone per il tubo A G. Trovasi in E la valvola di chiudimento ed in F un orificio, che serve per poter sgombrare il sifone volta che sia ostruito.

Con questo apparato si calcola il consumo dell' acqua da uno a 10 litri per volta.

(1) In un opera scientifica, che ci asteniamo dal nominare, si prese argomento da questo difetto e dal ripiego proposto di gettare con forza un secchio d'acqua nel vaso, onde fosse eliminato il deposito in mancanza dell'acqua sottopressione, per prendere in sarcasmo la proposta fatta, ciò che riesce una vera indecenza. Intendeva forse l'illustre scrittore che venisse proposto al governo di riformare una gran parte del carcere per togliere l' errore commesso nella compilazione del progetto? Non era abbastanza quello di accennare lo stesso errore senza aggiungervi l' ironia?

Tubo esalatore. — Per completare le latrine e renderle possibilmente inodore si costruisce un tubo verticale che si eleva dal pozzo nero sino al disopra del tetto. Esso è destinato a tradurre nell'atmosfera i gas mefitici i quali svolgendosi continuamente salirebbero pel tubo di scarico delle materie, e così andrebbero a viziare l'aria nelle abitazioni, come già si è detto.

Nella maggior parte dei casi peraltro questo tubo esalatore riesce di nessun effetto inquantoche non si provvede al richiamo dei gas mefitici per cui essi hanno tuttavia la facoltà di ascendere nel tubo di scarico e di invadere le camere d'alloggio.

Supponiamo infatti che l'atmosfera della cameretta si trovi in riposo; in tal caso si ha, che le emanazioni gasose che si svolgono dalle materie in fermentazione, aumenteranno la tensione dell'aria interna, la quale per mettersi in equilibrio ascenderà nel condotto di scarico ed effluirà nella cameretta col mezzo dell'apertura del vaso aperto momentaneamente o continuamente. Supponiamo ora che si apra la porta o la finestra della cameretta e che all'esterno vi sia dell'aria più calda, o maggiormente rarefatta di quella che si trova nel pozzo nero, in questo caso per ristabilire l'equilibrio l'aria del pozzo nero, e con essa i gas putridi verranno chiamati nella cameretta e di la si disperderanno nei singoli locali di alloggio. Succederà lo stesso fenomeno qualora la porta della cameretta sia mal difesa, e se comunica con camere le cui finestre si trovino chiuse esattamente ed ove sia richiamata dell'aria per l'aspirazione di un camino.

Da qui si scorge che per ovviare al disperdimento dei gas mefitici nelle camere di abitazione occorre che il tubo esalatore sia costrutto in modo di obbligare l'aria della cameretta a discendere pel tubo di scarico sino alla fossa, e di là che sia costretta l'aria stessa ad ascendere per il tubo esalatore in forza di un aspirazione energica.

Affinchè il tubo esalatore funzioni a dovere si rende necessario che d'esso abbia il diametro da m. 0, 17 a m. 0, 30, e che passi nei muri ove si trovino le canne da cammino, procurando così di riscaldare l'aria interna dello stesso tubo, circostanza che bene spesso non si può ottenere, oppure assai difficilmente.

Riasumendo adunque si ha che col sistema delle fosse fisse si va incontro ai seguenti inconvenienti, vale a dire:

1.° Che non si ottiene quasi mai che le pareti delle fosse siano impermeabili, ed in ogni caso l'impermeabilità non è durevole, motivo per cui i liquidi si disperdono nel terreno circostante, e per infiltrazione vanno ad inquinare le acque potabili (1).

2.° Che l'estrazione delle materie dalle fosse, ed il loro trasporto all'esterno delle città, quantunque sia eseguito colle botti chiuse e col sistema admosferico

(1) Pettenkoffer ha mostrato che nella città di Monaco venne estratto dai pozzi neri appena $^1/_{10}$ del materiale versatovi e gli altri $^9/_{10}$ passano nel sottosuolo; Reich e Pfeifler calcolano da $^7/_{10}$ a $^5/_6$ le materie perdute per infiltramento. Anche il Prof. Gueneaux de Mussy, in una relazione letta alla Società di Medicina pubblica di Parigi, rigetta assolutamente il sistema dei pozzi neri proclamando che ormai non si dovrebbe più pensare. Le dejezioni vi si accumulano, vi stagnano e vi subiscono quella fermentazione putrida che le rende altrettante sorgenti di grandi pericoli; poco giova il costruirle con pareti impermeabili o con tubi ventilatori, i quali alla loro volta possono diventare la causa di altri inconvenienti. I pozzi neri furono altresì condannati irremissibilmente nei Congressi d'Igiene di Milano nel 1881 e di Ginevra nel 1882, riconoscendosi in essi come il peggior sistema di fognatura.

ideato da Chapusot, ciò nullameno non viene interamente ovviato al disperdimento dei gas mefitici, i quali riescono sommamente incomodi. Ed è da notarsi che col sistema pneumatico le parti solide depositate sul fondo delle fosse non sono assorbite nella botte, cosicchè conviene di estrarle col mezzo degli operaj, le cui esalazioni morbose diventano intolerabili.

3.° Che collo spurgo dei pozzi neri mediante l'uso delle botti spesse volte esso è rallentato e ritardato dalla circostanza che i magazzeni di deposito e di smercio delle materie fecali trovansi rigurgitanti, per mancanza di acquirenti e diventano perciò incapaci a comprendere nuove materie di spurgo. Il deprezzamento poi di tali materie è cagionato dall' essere esse diluite da una grande quantità di acqua che vi si scarica, adottando gli apparati denominati all'inglese, il cui uso va generalmente estendendosi.

4.° Che le dejezioni raccolte nelle fosse sono sempre in decomposizione ed emettono continuamente dei gas mefitici, cioè acido solfidrico, ammoniaca, solfidrato di ammoniaca, butirato di ammoniaca, ecc. cosicchè i microbi che vi si sviluppano e vi pullulano vanno a costituire i germi di tutte le malattie infettive.

Questi gas ed i microbi si trasportano e penetrano nei nostri alloggi mediante i condotti delle latrine, malgrado tutte le precauzioni che si possono prendere (1).

In conseguenza di ciò non è da meravigliarsi se anche la Commissione, nominata nel 1886 dal Sindaco di Milano per lo studio del miglior sistema di fognatura, abbia pronunziata la condanna delle fosse fisse, siccome perniciose e di danno alla pubblica igiene, specialmente nelle grandi città.

Non è soltanto la Commissione di Milano ma altresì diverse Commissioni che si sono instituite a Napoli pel risanamento della città, e più particolarmente sui diversi sistemi che si potevano adottare per raccogliere e tradurre all' esterno le dejezioni e le acque lorde, le quali furono tutte unanimi nell'ammettere che si poteva discutere sui sistemi di conduttura, vale a dire se conveniva più la conduttura unica, od il sistema separatore, se si dovesse impiegare la forza pneumatica od altro mezzo, ma tutte le anzidette Commissioni, e i diversi ingegneri che vi interloquirono ebbero ad escludere i *pozzi neri*, in quantoche furono condannati dall'esperienza, dalla scienza e dalla civiltà.

Questo sistema si può per altro applicare nelle aperte campagne ed anche negli abitati minori, laddove la popolazione non è agglomerata ed ove si hanno i mezzi per eliminare interamente tutti gli accennati inconvenienti.

FOSSE MOBILI.

Vi furono alcuni igienisti che ritennero essere le fosse mobili, od i bottini tutto ciò che teoricamente si poteva desiderare pel sollecito sgombro delle materie fecali, senza recare alcun incomodo e danno alla salute pubblica e non avere alcuna infiltrazione nel terreno; ma praticamente si trovò che la cosa era ben diversa, come vedremo qui di seguito.

(1) Anche il Durand-Claye ha osservato che i tubi di ventilazione bene spesso sono di danno anzichè di vantaggio. Allorquando la pressione atmosferica è debole, questi tubi servono a spandere nell'aria i gas infetti che i venti trasportano nei quartieri elevati; ed allorchè la pressione è forte gli stessi tubi fanno salire nei gabinetti delle latrine gli effluvi medesimi, siccome già venne accennato più sopra.

I recipienti mobili, o bottini, hanno diverse grandezze e sono costruiti con differenti materiali e di varie forme; vi sono delle botti in legname cerchiate di ferro ed havvene altre interamente di ferro oppure di rame. Generalmente esse hanno una capacità tale da comprendere le materie solide e liquide che si possono scaricare in 24 ore. In alcuni recipienti la parte liquida riesce separata dalle parti solide. In altri non vi è alcuna separazione.

Costruendosi i bottini in legname essi si distinguono in due classi, cioè in piccoli e grandi.

I bottini piccoli hanno la capacità da 60 a 75 litri, i grandi contengono da 100 a 125 litri, ma ve ne sono anche da 3 a 4 ettolitri. Coi piccoli bottini non è necessario che la cameretta in cui si collocano, abbia la capacità tale da poter entrare le persone: ma usando le grandi botti si richiede ossolutamente di avere una cameretta abbastanza grande affinchè si possono facilmente deporre e toglierle allorchè sono piene.

Queste botti sono costrutte con doghe di rovere cerchiate di ferro, ed aperte in uno dei fondi con un foro circolare del diametro di circa m. 0, 40. In questo foro va a finire l'estremità inferiore del tubo di scarico. Al momento del trasporto delle materie si chiude il foro con un disco di legname, le cui giunture sono stuccate con terra argillosa, assicurando lo stesso disco con una spranga di ferro inchiodata al fondo della botte, ma che si può muovere a cerniera (1).

Il sistema delle fosse mobili, nell'atto che offre gli eminenti vantaggi di non permettere la dispersione delle materie fecali a danno delle sorgenti d'acqua potabile, e di riuscire il loro trasporto facile, senza emanare esalazioni incomode e di isolare le materie fecali durante i contagi, hanno gli inconvenienti medesimi delle fosse stabili riguardo ai depositi delle materie fecali (2).

È ben vero che nell'uno o nell'altro caso queste materie si potrebbero impiegare nella formazione dei concimi artificiali, ma ciò implica in una nuova industria, la cui riuscita è sempre problematica.

Vi è di più nelle case abitate da molti inquilini le fosse mobili dovrebbero essere grandissime o quanto meno moltiplicarle, ed il cambio assai frequente per cui si avrebbero dei disturbi incalcolabili (3). Inoltre usando le botti esse non

(1) L'applicazione delle fosse mobili alle latrine, in luogo dei pozzi neri, si era in massima accettata anche dal Municipio di Milano fino dal 1862, ma non ebbe alcun favore dalla popolazione e quindi questo sistema non venne adottato da alcuno. — Ecco quanto si prescriveva a tale riguardo.

a) La capacità dei bottini non doveva assere minore di m. c. 0, 20 ne maggiore di m. c. 0, 30.

b) Le botti dovevano essere collocate nei sotterranei, sopra un suolo reso impermeabile, ed in un luogo ove non vi coli l'acqua.

c) L'accesso a questi sotterranei doveva essere tale da rendere facile l'estrazione ed il collocamento dei recipienti, praticandovi una bocca abbastanza larga, la quale però doveva essere chiusa con imposta di legno o di ferro.

d) Per ogni tubo di caduta si dovevano avere due botti, l'una delle quali rimaneva direttamente applicata allo stesso tubo, l'altra serviva per il cambio durante il tempo della vuotatura.

(2) È d'uopo di dover ammettere che in molte città gli inconvenienti accennati non sussistano e quindi possono tornare utili le fosse mobili, come ha osservato il Prof. Pagliani. Infatti egli dice esse vennero applicate in Inghilterra a Rochdale (abit. 70 000), Manchester che ha 40 mila case; Edimburgo che ha 14 319 case, Birmingham con 30 200 case, ecc. eec. Ed in Germania Eidelberg, Gorlitz, Stuggard Norimberger, Gratz, ecc. ed in Olanda Grouingen. Ma tutte queste applicazioni non provano che sia il sistema migliore e che non si possano adottare degli altri espedienti più economici e più comodi, in particolare quando si può disporre di molt'acqua. Si sa del resto che la statistica si presta assai facilmente a sostenere le prove anche le più disparate.

(3) Ammesso per le dejezioni di un corpo umano siano mediamente di litri 2, 00 al giorno, come si ritiene comunemente, si avrebbe che in una casa abitata da 40 persone il volume giornaliero della feccia sarebbe di litri 80. Laonde una botte non potrebbe servire che per circa due giorni, senza calcolare l'acqua che si impiega nella lavatura dei vasi e quella che per avventura pervenisse dalle latrine all'inglese, nel qual caso questa botte non potrebbe servire che per una sola giornata al più.

potrebbero servire per raccogliere anche le acque lorde delle cucine, per le quali si dovrebbe provvedere in modo diverso e con una fognatura speciale, come si è praticato a Firenze ed in alcuni quartieri di Parigi, ma in tal caso sotto le viste economiche e finanziarie sarebbe un provvedimento da non accettarsi.

A Firenze col nuovo progetto di fognatura in via di esecuzione, si propone di versare tutto negli acquedotti, meno le dejezioni solide per le quali si intende di conservare i bottini o le fogne mobili separatrici, onde non inquinare maggiormente le acque dell'Arno. Se non che questo fiume non avendo che la pendenza dal 0,03 al 0,08 per mille, nel tratto interno di Firenze, si formeranno indubbiamente dei depositi, in conseguenza di che si pensò di intraprendere dei nuovi studi per impiegare tali acque nell' irrigazione dei terreni inferiormente alle Cascine. Sembra che da siffatta applicazione siansi riconosciuti dei vantaggi, in quanto che nel 1875 la superficie dei terreni irrigati con acque di fogna si limitò a 3 ettari, indi si accrebbe ad 8 ettari e da ultimo fu portata a 15 Ett.

Valutate tutte le accennate circostanze si deve conchiudere che il sistema delle fosse mobili non può essere applicato nelle grandi città e tutt'al più lo si potrebbe adottare nelle borgate e nelle piccole città, ove il terreno sia di natura tale da non permettere l'aprimento delle fosse stabili, le quali a nostro avviso si ritengono in generale più economiche (1).

Possono altresì convenire in alcuni stabilimenti come ebbe luogo nel nuovo Ricovero di Varese (prov. di Como) nel quale furono applicate le fogne mobili a somiglianza di quanto si era praticato dal Prof. Luigi Pagliani nell' istituto dei ciechi in Torino, coll' introdurre però alcune modificazioni che qui faremo conoscere.

Le botti del ricovero di Varese sono cilindriche di lamiera di ferro del diametro di m, 0,60 e dell'altezza di m. 1,00, cosicchè la capacità di ciascuna è di litri 250 (Vedi la fig. 4). Esse sono munite da due maniglie per sollevarle e trasportarle. Vi è un tubetto in E, che serve ad avvisare quando è pieno il bottino e per conservare la pressione interna dell' aria eguale a quell' esterna. All' estremità inferiore del tubo di scarico delle materie, vi è una chiusura a sifone in A, che impedisce alle esalazioni del bottino di ascendere pel tubo di

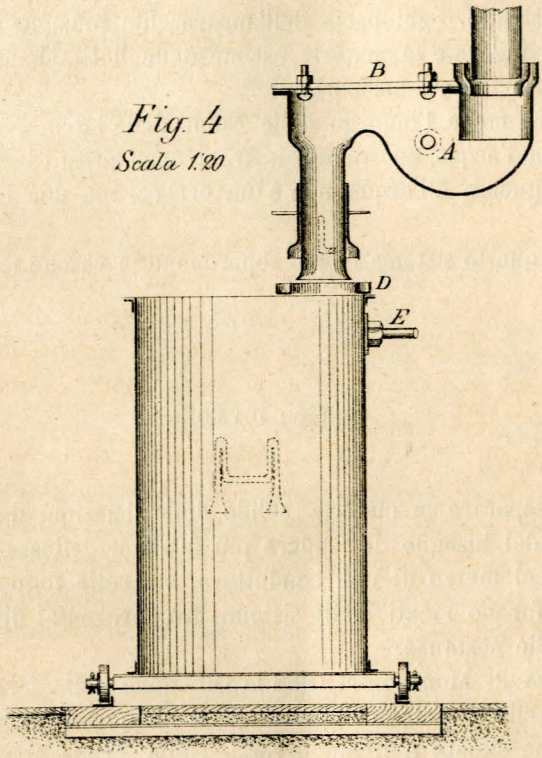
(1) Una commissione nominata nel 1860 dalla Giunta Municipale di Milano per lo studio dei mezzi per far cessare l' incomodo dello spurgo dei pozzi neri coi vecchi sistemi, addivenne ad un risultato diverso da quello che abbiamo noi esposto, ritenendo che le fogne mobili fossero più economiche delle fogne fisse. Ma la Commissione non metteva a calcolo i gravi disturbi e gli inconvenienti che derivano dal trasporto delle botti e del loro cambio; non calcolava che sopra un piccolo numero di persone per ogni casa; non si occupava della grande quantità di acqua proveniente dalle latrine all' inglese; restringeva fuor di misura quella abbisognevole per la lavatura dei vasi. Rettificate quelle calcolazioni in modo razionale ne emerge indubbiamente che i bottini non sono punto economici.

Nel Giornale d'igiene del 1882 trovasi che il Prof. Gueneau De Mussy, parlando delle fosse mobili dice che è necessario, perchè non riescano nocive e pericolose, avere a disposizione una grande quantità d'acqua; e conchiude col dichiarare che nei paesi dove non è bene regolata la distribuzione delle acque il miglior sistema è quello delle fosse mobili; quando invece l'acqua è abbondante, ogni altro sistema deve essere abbandonato, di fronte a quello diretto dello scarico nelle fogne. Egli riassume il suo pensiero in questa formola. Le dejezioni non soggiorneranno nelle case e ne esciranno nel tempo il più breve. E questo, secondo Trelat, è la condanna delle fosse sotto le case.

scarico. Ma non si comprende in qual modo questo sifone sia alimentato dall'acqua che dovrebbe servire per avere la chiusura idraulica.

Il sifone è chiuso superiormente da una piastra B assicurata con chiavarde, che si può togliere facilmente per pulire il sifone. Allo stesso scopo del pulimento serve il foro A munito da un tubetto.

Fig. 4
Scala 1:20



Il ramo verticale del sifone, che termina nella parte superiore del bottino, è munito da un appendice mobile la quale consiste in un tubo che si abbassa nell'apertura circolare del bottino e permette così di rendere idraulica la chiusura del foro.

Servendo questo bottino per trenta persone è d'uopo di cambiarlo due volte alla settimana. Il suo costo è di L. 160, escluso il sifone che vale L. 55.

Il sollevamento del bottino, dal luogo del deposito, si effettua col mezzo di una carrucola differenziale della portata di 400 Chilogrammi.

Benchè la costruzione di questo bottino sia ingegnosa, ciò non toglie di avere tutti i difetti del sistema, per cui non si potrebbe applicare se non che in circostanze eccezionali.

Dopo tutto questo non è punto da stupirsi se le diverse Commissioni che furono da ultimo incaricate in Italia per la scelta del sistema migliore da adottarsi nella fognatura delle città siansi tutte dichiarate ostili alle fogne mobili, quella di Torino poi ha soggiunto che fra le altre cose esso presenta i seguenti inconvenienti cioè:

1.° Che per quanta cura si usi non è possibile di ottenere la perfetta chiusura ermetica dell'apertura nel tino, comunicante colla tromba delle latrine, e vi è la grande facilità di uscire i gas mefitici dai minori spiragli. Questa dispersione di miasmi ha luogo indubbiamente nell' istante che si sostituisce un nuovo tino a quello pieno.

2.° Che sul principio dell' applicazione di siffatti congegni, quando tutto è nuovo e bene costruito, ogni parte dell'apparecchio funziona a dovere, ma coll'uso ogni cosa si logora e le materie escono dalle botti, si spandono sul suolo e sui carri e si ha un fetore insoportabile.

3.° Che riesce facile l'ingorgo delle canne delle latrine, ed altresì frequente, e che si risparmia l'acqua per non colmare troppo presto la fogna.

In tal caso la guerra all'acqua non è un errore, ma una colpa sotto le viste igieniche.

4.° Che con questo sistema non si sopprimono le vasche ma vengono soltanto spostate.

Sistemi divisori.

Il concetto di separare le materie solide delle dejezioni dalla parte liquida, sembra motivato dal bisogno di rendere più facile il deflusso ed il trasporto di tali materie, sia col mezzo di una conduttura, sia colle fogne mobili. Seguendo un tale concetto furono ideati molti sistemi, fra loro assai diversi, per ottenere la separazione delle sostanze.

Nella Conferenza di Monaco del 1868 la Direzione della ferrovia dell'Annover faceva conoscere che si poteva ottenere assai facilmente questa separazione col mezzo di due fosse situate a livelli diversi. Nella prima si raccolgono tutte le materie escrementizie, ove si arrestano quelle solide, mentre nella seconda passano le sostanze liquide mediante un graticcio di ferro, il quale divide la prima dalla seconda fossa. Successivamente la parte liquida può assai facilmente essere trasportata da una corrente d'acqua, oppure estratta col mezzo di pompe. Rimane la parte solida che a lunghi intervalli si estrae coi mezzi ordinarj. Ma come si vede con questo sistema si hanno ben pochi vantaggi, cosicchè non sembra che abbia ottenuto molte applicazioni.

Assai migliore è il sistema della così detta *fossa Mouras* dal nome del suo inventore.

Questa fossa consiste in una botte mobile impermeabile, la quale non ha alcuna comunicazione coll' aria esterna e che si mantiene continuamente piena d'acqua. In essa viene immerso il tubo di scarico. Questo tubo è disposto in modo che ad ogni dejezione che cade nella fossa, esce dal tubo stesso un volume equivalente di liquido. In tal maniera le materie escrementizie si trovano sempre nell'acqua ed in essa diluita, per cui non si ottiene che un liquido leggermente colorato e che non tramanda che pochissimo odore nauseante.

Praticamente però le previsioni dell' inventore non si ottenevano completamente, cosicchè egli medesimo vi introdusse un macchinismo per spappolare le materie solide.

La Commissione nominata dalla giunta Municipale di Torino per lo studio delle fognature, fra gli altri sistemi visitò altresì in Parigi le fosse Mouras che esistevano presso i sig. Barbas i quali erano i rappresentanti dell' inventore. In seguito ad una tale ispezione, e dopo di aver ottenute tutte le informazioni sopra questo sistema, la stessa Commissione si pronunciò nei seguenti termini.

« I. Per un tempo assai lungo, sopratutto se la casa è abbastanza munita » di acqua, nella fossa Mouras le materie si diluiscono e come tali sembrerebbe » che possono più facilmente scorrere entro una canalizzazione ».

» II. Non resta però escluso il bisogno di spurgo ordinario della fogna, quan- » tunque presumibilmente a periodi remoti ».

» III. È necessaria ad ogni modo una canalizzazione per accogliere la parte » liquida ».

» IV. Le materie al contatto dell'aria sviluppano d'un tratto la loro putre- » fazione latente, per cui non potrebbero più bastare le cautele ordinarie delle » emanazioni infette, ed occorrerebbero delle disposizioni speciali per impedire » le espansioni, il che come si sa nella pratica è quasi impossibile ».

» V. Resta il danno dell' accumulamento di materie putrescibili presso la » casa; e la possibilità di inconvenienti, massime in una vasta città, per l'even- » tuale trascuranza nel modo di costrurle ovvero di tener quelle fosse ».

Il sistema separatore si adottò a Parigi in una grande scala come vedremo più innanzi, ma esso non fu che altro dei provvedimenti presi onde diminuire in qualche modo i danni dipendenti dall'immettere le materie solide nei condotti sotteranei.

In Italia il sistema Mouras ebbe qualche favore dagli ingegneri della Società per le strade ferrate meridionali, i quali l'applicarono con qualche modificazione, in parecchi fabbricati delle stesse ferrovie.

Quantunque l'esperienza fatta non sia tuttavia bastante per dare un sicuro giudizio sull'esito che se ne potrà ottenere, tuttavia gli stessi ingegneri prevedono di conseguire dei risultati soddisfacenti.

Le modificazioni introdotte dagli ingegneri della rete delle ferrovie meridionali consistettero: nella costruzione di due fogne a chiusura idraulica, come dalla fig. 5, intonacate internamente con cemento idraulico in modo da renderle impermeabili. Nell' una di tali fogne vi si immettono le materie escrementizie provenienti dalle latrine, e nell'altra vi si scaricano mano mano le acque nella stessa misura della immissione.

Nella prima fogna il livello delle acque dev'essere costante, per impedire che le esalazioni salgono nelle camere di abitazione. È poichè anche le materie scaricate nei tubi vanno necessariamante ad imbrattare la superficie interna, così per ovviare agli incomodi derivanti dalle loro emanazioni mefitiche, si applicano ai sedili delle latrine dei vasi con valvole automatiche di cui abbiamo fatto parola più sopra.

La seconda fogna, nella quale il livello dell' acqua è variabile, si può anche sopprimere, ogni qualvolta si abbia un canale con acqua perenne ove scaricare quelle provenienti dal tubo A, nelle quali trovansi diluite le materie fecali.

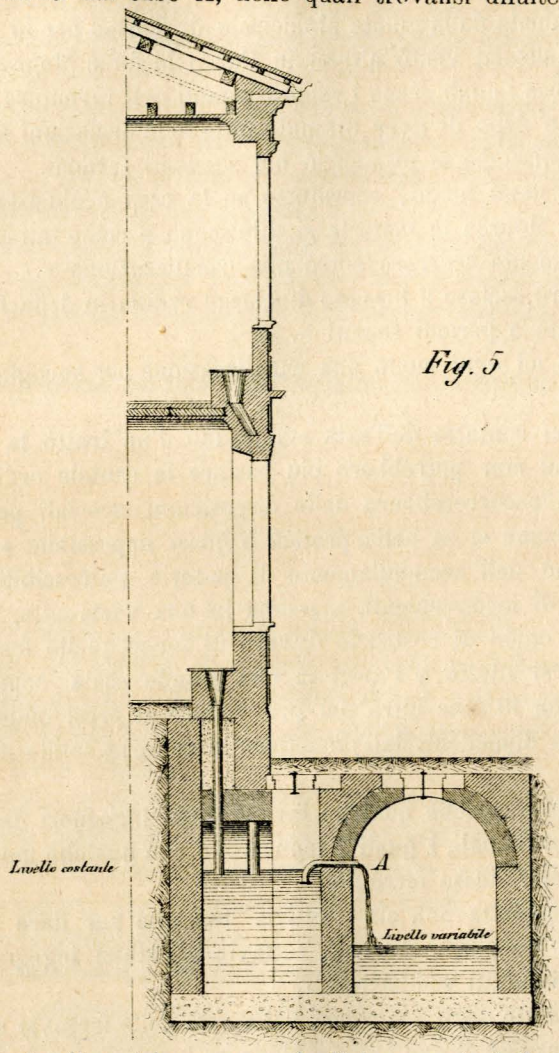


Fig. 5

Anche questa disposizione presa dagli ingegneri della rete ferroviaria meridionale, seguendo il sistema Mouras, nel mentre può soddisfare per qualche edificio isolato, oppure quando vi concorrano circostanze speciali, non si può estendere alle città, più o meno grandi, per ottenere un servizio lodevole nello scarico e nel trasporto delle materie fecali.

Latrine a cenere ed a terre secche.

Le latrine a cenere ed a terre secche poggiano sulla facoltà grandissima che hanno queste materie di assorbire i liquidi e le esalazioni delle feccie in modo speciale. Dall'esperienza si ha che se si gettano 700 grammi di terra secca sopra

una dejezione, questa terra elimina le esalazioni ed assorbe circa sei litri di orine. Le dejezioni però devono essere fresche. Il miscuglio non manda odore per qualche mese, ed in seguito si può formare con esso un micusglio molto adattato per gli emendamenti agricoli.

Questa specie di latrina non conviene alle città, e quindi non venne in esse giammai ne proposta ne applicata, ma può servire soltanto nei vilaggi e nelle campagne. Ci dispensiamo perciò di entrare nei particolari di costruzione e di uso, trattandosi di un argomento che non ci riguarda (1).

Sistema di disinfezione.

Il miglior mezzo di disinfezione delle materie fecali, ed anche delle latrine, per eliminare tutte le esalazioni deleterie, sarebbe quello di impedirne la putrefazione o di fissare i gas deleteri. A questo fine si hanno due qualità di disinfettanti, cioè per assorbimento e per reazione chimica. Il principio dei disinfettanti, vale a dire per assorbimento e per reazione chimica, si è quello di togliere l'acqua necessaria alla fermentazione. Servono a questo scopo l'argilla, la terra vegetale, la marna, la torba, ecc.

Come ognun vede coll'impiegare tali materie si dovrebbe avere una fossa grandissima, per comprenderle; ed in seguito il loro trasporto riuscirebbe troppo costoso e quindi non è un sistema ne pratico ne economico.

Per la disinfezione chimica vi sono diverse sostanze le quali tornano più o meno costose e che danno dei differenti risultati. Dal seguente specchietto di Erismann emerge il vantaggio dei princiali disinfettanti

Da un metro cubico di contenuto in un pozzo nero	Emanazioni in grammi in 24 ore				
	Acido carbonico	Ammoniaca	Solfuro di idrogeno	Gas delle paludi	Assorbimento d'ossigeno
Non disinfettato. . . .	619	113	2	415	769
Disinfettato con sublimato corrosivo	190	—	—	109	117
Disinfettato, con solfato di ferro.	388	—	—	152	337
Disinfettato, con acido solforico diluito . . .	469	—	—	116	155
Disinfettato, con terra. .	826	38	—	148	903
» con carbone vegetale	944	109	—	191	899

(1) Coloro che amassero di avere delle notizie concrete intorno a siffatto sistema di latrine, possono ricorrere all'opera dell'Ingegnere *Donato Spataro* sotto il titolo *Igiene delle abitazioni.*

Come si vede da questo specchietto il miglior disinfettante sarebbe il sublimato corrosivo, ma per il suo costo elevato esso non si può applicare e viene invece adottato il solfato di ferro, il quale è molto più economico.

La disinfezione chimica col solfato di ferro, o con altre sostanze, è un provvedimento quasi sempre adottato allorchè si è invasi dalle malattie contagiose, ma non può essere una misura da adottarsi in via costante per l'igiene della città.

Infatti l'esperienza ha dimostrato che qualunque siano i metodi più perfetti che si impieghino per ottenere la disinfezione nullameno non si ottengono dei buoni risultati se non allorquando la miscela disinfettante non la si lascia al contatto delle materie fecali per un tempo abbastanza lungo, cosicchè se vi è diffetto di un opportuno rimestamento le reazioni chimiche non si possono integralmente effettuarsi.

D'altra parte il processo della disinfezione non è punto comodo, ne economico, in quanto che le materie escrementizie devono non pertanto essere trasportate all'esterno incontrandosi così dei disturbi e delle spese pressochè conformi al trasporto delle materie non disinfettate. In seguito agli esperimenti fatti in alcune città si è inoltre constatato che qualunque disinfezione riesce troppo costosa e bene spesso non si hanno dei risultati soddisfacenti. Non è quindi un sistema da seguirsi se non che in casi particolari e nei tempi di contagio (1). In quanto alla disinfezione delle acque la commissione Municipale di Torino, di cui abbiamo fatto parola più sopra, ha soggiunto che « nessuno dei disinfettanti « fino ad ora conosciuti riesce a depurare le acque per modo che non abbiano « più ad entrare in putrefazione, d'ordinario danno una chiarificazione, apparente « e sopprimono per qualche tempo l'odore, ma se quelle acque non sono im- « mediatamente ossidate, i germi della putrefazione non distrutti riprendono ben » tosto la loro azione ».

Sistemi pneumatici.

Sistema Liernur. — In luogo delle fosse fisse e delle condutture ordinarie il Capitano Olandese Carlo Liernur trovò di sostituire un nuovo processo, mediante il quale si riuniscono tutti gli escrementi di un quartiere in una sol fossa, dalla quale di poi vengono estratte ad epoche determinate e trasportate all'esterno col mezzo delle botti pneumatiche. In massima il sistema pneumatico

(1) Oltre alle gravi accuse che si sono sollevate intorno al processo della disinfezione vi è pure quella agricola sulla trasformazione dei sali volatili di ammoniaca e solfidrica in sali fissi, per la quale si rendesse inattivo e non assimilabile dalle piante l'acido fosforico ed il fosfato di ferro. Ma in seguito alle esperienze instituite da molti chimici ed agronomi si trovò che quest'ultima accusa non sussisteva.

Abbiamo detto più sopra che il sistema della disinfezione non è punto economico imperocchè per ottenere un buon risultato vi occorre la spesa di circa L. 0,80 all'anno per persona. Ora per la città di Milano, attualmente di 350 000 abitanti, la spesa annua per la disinfettazione delle materie fecali salirebbe a L. 280 000.

del Liernur sarebbe una variante dei pozzi neri, il quale fu suggerito per eliminare in parte i molti difetti che essi presentano.

Daremo quì un'idea di questo sistema servendoci delle notizie che si sono fornite dagli ingegneri Bruno, Malherbe e Fichera (1).

Con questo sistema si devono costruire dei condotti e dei grandi recipienti sotto il suolo stradale. I condotti vanno distinti in *privati, principali e centrali.* L'esperienza ha dimostrato che per tutti questi condotti basta il diametro di m. 0,127.

I tubi privati servono a mettere in comunicazione il tubo di caduta delle latrine coi condotti principali sottostanti al suolo stradale, i quali conducono le materie fecali ai *recipienti.*

I tubi centrali sono destinati a tradurre le dejezioni dei recipienti ad un grande *serbatojo* posto all'esterno dell'abitato.

Nel sistema Liernur non si raccolgono che le materie fecali e sono perciò escluse le acque lorde e quelle meteoriche.

I tubi centrali sono muniti da valvole, tanto al loro sbocco nel serbatojo quanto alla imboccatura nei recipienti. Come del pari si trovano delle valvole all'incontro dei tubi principali con quelli privati.

Le valvole d'innesto coi tubi privati non servono che in casi eccezionali, vale a dire quando si vuol accrescere la forza aspirante in taluno dei tubi privati, oppure quando si intende di interrompere la comunicazione con uno di essi per far luogo a delle riparazioni.

Ora chiudendo le valvole dei tubi principali al loro sbocco nei recipienti, ed aprendo quelle dei tubi centrali, si potrà fare il vuoto contemporaneamente tanto nel serbatojo, quanto in uno o più recipienti. Abbiamo detto erroneamente di eseguire il vuoto, mentre non si fa che un rarefamento dell'aria di un terzo o di un quarto, ma non già un vuoto assoluto.

Quando si aprono le accennate valvole e si chiudano quelle rimaste aperte ne deriva che le materie accumulate nei tubi privati sono aspirate dai recipienti.

Per ottenere siffatta aspirazione è necessario: 1.° che le materie accumulate chiudano ermeticamente la sezione del tubo. A tal fine servono due sifoni, uno dei quali trovasi al disotto del sedile della latrina, l'altro alla base del tubo di caduta all'incontro dei tubi privati; 2.° le materie fecali devono scorrere chiudendo sempre ermeticamente il tubo affinchè non si perda la rarefazione. Si ottiene una tal condizione col disporre le tubature di qualunque specie con salti e contropendenze, le quali nel loro insieme costituiscono una serie di sifoni ed eziandio col piegare i tubi in forma di sifone ai loro sbocchi nei recipienti e nel serbatojo; 3.° Vi deve sempre essere un eccesso di pressione affinchè le materie possano scorrere. Ora le materie in moto si trovono da una parte in contatto colle pareti dei recipienti o dai serbatoj, dall'altra colla superficie dei tubi, in quest'ultima parte bisogna sempre conservare l'eccesso di pressione affinchè possa agire la pressione atmosferica che produce il movimento.

(1) Oltre alle accennate opere il sistema Liernur venne descritto e commentato dal Prof. Pacchiotti nella sua Relazione sulla Fognatura di Torino.

Per altro si deve notare che nella fognatura di Amsterdam non vi è il grande serbatojo all'esterno della città, ma invece havvi una macchina la quale viene trasportata sui singoli recipienti costrutti sotterraneamente nelle piazze o nei crocicchi delle strade e colà ne effettua il vuoto, o quanto meno la rarefazione dell'aria.

Si comprende assai facilmente che tanto i condotti, quanto i recipienti devono essere impermeabili affinchè si possa eseguire la rarefazione dell'aria nella misura necessaria al movimento delle materie, cosicchè per ottenere siffatta condizione è d'uopo di costruire tali apparati in ghisa od in ferro.

Il sistema Liernur venne dapprima applicato a Leida, in sostituzione delle latrine ordinarie, indi ad Amsterdam ed a Dordrecht ed in poche altre città olandesi.

Per spiegare il motivo della preferenza in Olanda del sistema Liernur, il Durand-Claye ha fatto osservare che Amsterdam è solcata da un numero considerevole di canali interni; in questi si versano direttamente le latrine; da ciò deriva spesso un infezione facile a comprendersi e che richiama quello dei canali di Venezia. In queste condizioni, tutte speciali, in una città dove la più piccola costruzione va a poggiare sopra centinaja di palafitti, è cosa forse straordinaria che si sieno cercati sistemi particolari? E tuttavia le speranze che aveva fatto concepire l'applicazione del sistema tubulare in una città dove *non vi sono nè vi possono essere cloache del tipo ordinario*, sono molto lontane di essere realizzate « l'Ingegnere Van Nifvicht di Amsterdam mandò a Durand-Claye il suo rapporto ufficiale del 1880 dal quale si ha: » che il numero degli ingorghi nelle latrine e nei condotti di scarico furono 454; di questi 520 si sono spurgati per conto dei privati e 35 a spese della città. Per una città di 24 mila abitanti è d'uopo spendere lire 86750 all'anno, cioè lire 4 per persona. Da qui si vede che siffatto sistema non è per nulla economico.

Questo sistema fu esaminato altresì dal Babut du Mares, il quale trovò di dichiarare:

« Che il valore di esso è troppo debole in causa degli inconvenienti che presenta. Ad Amsterdam dopo 17 anni di esercizio non funziona che per quel ventesimo di popolazione per cui fu piantato. A Leida per un trentesimo, stante le forti spese di impianto. A Dordrecht solamente le case dei poveri sono servite dal sistema Liernur, per ovviare l'intervento delle acque lorde. In questa città avvenne nel 1878 una fuga che sospese il servizio per sei settimane, e non fu riparata che dopo ricerche ardue e costose. All'esposizione universale di Vienna fu messo in esperimento questo sistema, ed il Grimburg, direttore delle opere meccaniche della mostra, ne rimase soddisfatto. Sono queste le sole prove generalmente note del sistema ».

A Napoli si caldeggiò per qualche istante il sistema Liernur, ma venne ben tosto abbandonato per preferire gli altri sistemi più pratici e più convenienti, sia dal lato della primitiva costruzione sia per la manutenzione successiva.

Infatti oltre alla costruzione costosa a cui si va incontro con siffatto sistema di fognatura, dovendo impiegarsi esclusivamente il metallo per rendere perfetta-

mente stagnati i condotti ed i recipienti; oltre alla provvista di macchine potenti per ottenere il vuoto, la successiva manutenzione diventa involuta difficile e costosa, cosicchè non si può a meno di doverla escludere.

Malgrado tutto questo l'ingegnere Berlier trovò di esperimentarlo a Parigi ed a Lione coll'introdurre però alcune modificazioni. Fra queste vi sarebbe che il vuoto fu praticato non già per l'intera rete di un quartiere, ma bensì per ciascuna casa. Inoltre furono assorbite anche le dejezioni liquide, oppure diluite; ma esso non ha trovato conveniente di ammettere le acque lorde delle cucine per le quali sarebbe d'uopo di avere un'altra conduttura. Insomma si avrebbe un servizio molto imperfetto, per cui il sistema non si potrebbe applicare che in determinate circostanze e sotto certe condizioni di località.

Il Fichera dopo di avere preso in esame il sistema Liernur passa ad indicare le difficoltà che si presentano nella sua applicazione, quali sono:

a) Se si applica alla raccolta delle sole dejezioni solide e liquide per rendere meno dispendioso l'esercizio ci vorrà una rete tubolare per le acque di rifiuto, ed una di acquedotti per le piovane; ove queste e quelle si riuniscono negli acquedotti, bisognerà impiantare, oltre il sistema Liernur, la circolazione continua. In questo caso allora è evidente la inferiorità del sistema Liernur perchè le dejezioni si potrebbero versare dove si versano le acque di rifiuto;

b) Nel caso del versamento delle sole dejezioni, l'impiego all'agricoltura dei prodotti aspirati non potrà farsi direttamente colla irrigazione e bisognerà quindi ricorrere a preparazioni costose;

c) E per rendere meno dispendioso l'impianto, se si adottano i tubi di terra cotta invece di quelli di ghisa, saranno più probabili le fughe e le rotture;

d) Se si ammettono le acque di rifiuto nelle tubulature di Liernur si accresceranno immensamente le spese di esercizio come pei pozzi neri vuotati pneumaticamente, ma in questo caso si potrà fare l'irrigazione.

e) Probabilità di interruzione nel servizio in causa delle valvole dei sifoni, delle fughe ecc.

f) La tubulazione non è giammai percorsa da acqua pura; la parsimonia di acqua può condurre all'aderenza delle dejezioni nelle vaschette e nei tubi privati; da qui gas putridi che possono attraversare lo strato leggiero di acqua del sifone alla base dell'imbuto del sedile.

g) Finalmente è difficile di constatare le fughe (1).

A tutti questi difetti si deve aggiungere che i sistemi pneumatici con tutte le loro modificazioni non riusciranno giammai a fornire degli apparati veramente igienici inquantoche non intervenendo l'acqua nella lavatura dei condotti, la viscosità delle materie, che necessariamente aderiscono alle pareti, sarà sempre un fomite di esalazioni morbose, e conseguentemente non si potrà raggiungere lo scopo a cui dovrebbero essere dirette le fognature igieniche.

(1) FICHERA. — Risanamento delle città.

Sistemi waring e shone (1).

Carattere comune dei due sistemi. I sistemi Waring e Shone, per lo scarico delle acque di fogne e delle immondizie delle città, hanno un carattere comune. Essi consistono nei sistemi separatori destinati a raccogliere le acque delle case e le materie delle latrine, ed escludono le pluviali, le quali scorrono o nelle cunette delle strade od in una rete speciale di condotti.

Sistema Shone. — Siffatto sistema consiste in una serie di serbatoj che funzionano automaticamente col mezzo dell'aria compressa, defluendo le acque raccolte in una canalizzazione metallica. Alcuni anni sono a Parigi si sono instituite delle esperienze sull' evacuatore Shone che funzionò convenientemente; ma l' ingegnere A. Durand-Claye, dalla cui memoria ricaviamo le seguenti notizie, trovò di dichiarare che non avendo esaminato il collocamento pratico del sistema egli si asteneva dal fare alcuna osservazione a tale riguardo.

All'infuori delle obiezioni generali, che verranno qui di seguito svolte sul sistema separatore, si nota che quello ideato dal Shone, quantunque ingegnoso, non sembra corrispondere ad un sistema nazionale pratico pel risanamento delle città, imperciocchè non è d'uopo di avere dei macchinismi negli apparati generali dell'evacuazione delle immondizie, le opere in tal caso devono essere le più semplici, facili a costruirsi e poterle visitare in qualunque tempo. Lo sgombro delle materie lorde da una città non deve giammai essere sospeso; e ne deriverebbero dei gravi inconvenienti qualora si dovesse interrompere il funzionamento in causa di un tubo che si rompe o che si ingombri. Per conseguenza il Durand-Claye ritiene che, salvo i casi del tutto speciali, non sia conveniente di fermarsi sopra questi sistemi basati, come quello del Shon, sugli apparati meccanici.

Sistema Waring, — Il sistema Waring non è colpito da questa critica. Esso è semplice e comprende soltanto dei tubi di gres verniciati, coi giunti stagnati in malta od in cemento, e dei condotti di ventilazione con dei serbatoi di custodia. Non è quindi un sistema nuovo. Anteriormente ai lavori eseguiti dal Colonello Waring pel risanamento di Menfi, si erano di già costrutte agli Stati Uniti delle canalizzazioni in gres. Inoltre si trova un gran numero di tipi con serbatoj di custodia ideati da diversi ingegneri, conformi a quello stato adottato dal Waring. Fra gli altri vi è quello eseguito da Rogiers Field di Londra, il quale dopo molti anni si applicò in gran numero in Inghilterra.

Del resto il Waring ha descritto esso medesimo il suo sistema in una riunione di Nashville tenuta dalla Società americana d' igiene pubblica, e nel quale si trovano stabilite le seguenti massime:

1.° Per la costruzione delle fognature, impiegare dei condotti di piccolo diametro, destinati unicamente allo scarico delle acque lorde e delle materie fecali, escludendo le acque di pioggia.

(1) Questo esame venne ricavato dal rapporto dell'Ing. Alfredo Durand-Claye presentato al Congresso nternazionale d' Igiene a Vienna.

2.° La ventilazione della fognatura e delle sue diramazioni nelle case dei privati si deve ottenere con un gran numero di prese d'aria e di cammini che si elevino al disopra dei tetti.

5.° La comunicazione diretta di ciascuna diramazione particolare colla fognatura, si deve avere senza l'interruzione di alcun diafragma ne chiusura idraulica.

4.° Va eseguita la lavatura giornaliera della fognatura col mezzo dell'acqua raccolta nei serbatoj collocati all'origine nella parte più elevata dei condotti, che vi si spinge con forza.

Fognatura di Memfis. — Seguendo tali principi venne costrutta la fognatura di Memfis. Questa città popolata di 40 000 abitanti fu crudelmente invasa da epidemie, in alcuna delle quali, come quella della febbre gialla del 1878, vi perì $^1/_{10}$ della popolazione. — La rete della fognatura non esisteva oppure in una misura insignificante. Vi era tutto da fare e bisognava far presto. Si trattava nientemeno di abbandonare la città e spianarla. Il colonello Waring, coi suoi piccoli condotti, ha potuto sostituire rapidamente qualche cosa di ammissibile, là dove vi era nulla. Il Mississipi accolse adunque la proposta, potendo le acque pluviali continuare a defluire nei canali stradali oppure in qualche cattiva fognatura, in quanto che trattavasi di una città di quarto o quinto ordine. In conseguenza si costruì un condotto collettore in ghisa del diametro di m. 0, 50 ed in esso si fece terminare la canalizzazione in gres del diametro di m. 0, 15 e per una porzione (m. 900) del diametro di m. 0, 20. Il complesso della canalizzazione risultò della lunghezza di 68 chilometri.

Le diramazioni dei particolari hanno il diametro di m. 0, 10. I raccordamenti delle diramazioni coi condotti, ovvero dei condotti fra loro, si fecero tangenzialmente col mezzo di tubi conici. Le pendenze sono generalmente molto forti cioè il 5 per mille ; esse discendono all' 1, 70 per mille nei collettori. La ventilazione venne stabilita con 7000 diramazioni particolari e con un determinato numero di sbocchi, che servono contemporaneamente per visitarli e per ventilatori speciali, situati alle estremità dei condotti. Vi sono 180 serbatoj di scarico, del sistema Fields, della capacità di m. c. 0, 500 che sono ripartiti lungo la canalizzazione a delle distanze medie di circa metri 375. La spesa risultò di lire 1 150 000 ossia di circa L. 15, 50 al metro corrente.

Il Waring, ed i suoi rappresentanti assicurano che il sistema ha dato dei buoni risultati. Per altro nei primi anni si sono verificati alcuni ingorghi, 21 circa all'anno, ma sembra che tali ingorghi siano stati eliminati assai facilmente col mezzo di alcuni lavori di scavo e di rifacimento dei giunti i quali non hanno costato che la spesa di L. 45 per ostruzione.

Alcune città dell'America, di un importanza secondaria come sono Omalia, Keew, Norfolk e Pulmann hanno intrapresa la canalizzazione col sistema di Menfis ed altre procedettero a degli esperimenti parziali.

Esperimento del Sistema Waring a Parigi. — A Parigi venne egualmente eseguito un esperimento, ma nelle condizioni del tutto speciali. Tale esperimento si effettuò nella strada Vieille-du-Temple usando della sua fognatura. La lunghezza totale della rete fu di 725 metri. Il diametro dei condotti erano di m. 0, 152 e le pendenze variavano dal 3 per mille e dell'1, 97.

A tutti gli incontri colla fognatura pubblica venne collocato un sifone rovesciato con altro sifone superiore per la ventilazione, il quale comunicava coi due rami nell'atmosfera. Si costrussero 7 bacini di custodia del sistema Fields, della capacità da metri cubi 0, 425 a m. c. 0, 700, situati in diversi punti, oltre ai piccoli serbatoj delle latrine; essi consumarono circa metri cubici 16 al giorno La canalizzazione non serviva per le case private, ma soltanto per due scuole di 1700 fanciulli, che vi dimoravano la mattina e dopo mezzo giorno non che le latrine del Mercato dei *Blancs-Manteaux*.

La spesa per la costruzione di un tal apparato fu di fr. 60569 dei quali per fr. 12101 dipendevano dall'adattamento delle latrine e per fr. 48468 per la costruzione della fognatura sotto la pubblica strada.

Il sistema ha funzionato in modo conveniente, ma si manifestarono frequenti ingombri, che si sarebbero indubbiamente verificati anche con qualunque altro sistema a sifoni, dovuti quasi sempre all'incuria dei fanciulli e dei loro maestri ed al getto dei corpi duri od ingombranti.

La prova di questo sistema fatto a Parigi ha dato un risultato mediocre e non sembrò che potesse acquistare un grande sviluppo. — Si ritenne che se non si fossero escluse le acque di pioggia dai condotti il risultato sarebbe stato migliore.

Il Waring, e tutti quelli che propongono i sistemi separatori, chiamano l'attenzione sopra due punti vale a dire: 1.° che la via che prendono le materie deve essere calcolata in proporzione del volume normale di tali materie e non presentare delle dimensioni esagerate che produrrebbero il rallentamento ed i depositi dei corpi solidi o pastosi. 2.° Che è necessario di collocare nei diversi punti della rete dei serbatoj di scarico, i quali oltre al volume del deflusso normale forniscano una quantità d'acqua bastante per la lavatura metodica ed energica dei condotti.

Il Durand-Claye ritiene che in luogo del sistema Waring la fognatura razionale di una città, dai 20 mila a 500 mila abitanti, ed anche più, deve basarsi sulla combinazione di condotti e di fognatura. In tutte le strade secondarie si possono adottare i condotti in gres verniciati i quali possono accogliere tanto le materie fecali, quanto le acque lorde dei lavandini non che le acque pluviali delle case e della strada.

Questo è quanto venne praticato opportunamente a Berlino e che si è anche progettato per un gran numero di città Francesi. Per tali condotti non si ha bisogno di un diametro esagerato quando debbano servire dei perimetri piccoli e convergere verso la fognatura che serve di collettore. È facile il convincersi che nei sistemi separatori i serbatoj di scarico producono esattamente gli stessi effetti di una pioggia dirotta, vale a dire che un condotto di m. 0, 15 di diametro potrà egualmente scaricare in 30 secondi una cacciata di 500 litri forniti da un serbatoio, ovvero scolare una pioggia di 1 millimetro di altezza caduta in un'ora sopra 20 ettari, ammesso col Belgrand che la pioggia vi impiega un tempo tre volte maggiore di quanto avviene nel cadere.

Nullameno la canalizzazione delle strade secondarie dovrebbe essere munita

da serbatoi di scarico facilmente accessibili situati all' origine dei diversi condotti, ai punti di congiunzione degli stessi condotti ed ai cambiamenti di direzione e di pendenze. — Quando la rete dei canali fosse alquanto estesa e di una importanza tale da obbligare ad assumere dei diametri superiori a metri 0, 50 o m. 0, 45, in tal caso si dovrebbero costruire delle vere fognature della forma ovoidale e di un' altezza bastante per la circolazione degli operaj, ossia dell'altezza da m. 1, 80 a m. 1, 75 al minimo.

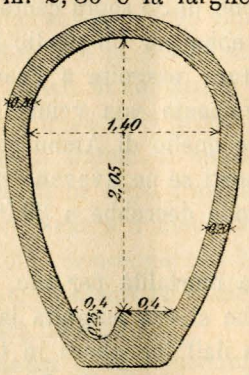
Si potrà calcolare la cunetta della fognatura in modo che essa traduca le acque normali, quelle dei lavandini o delle latrine e delle piccole pioggie. La cunetta deve sempre avere la forma rotonda. — La calotta o la vôlta superiore della fogna dovrà essere tale da scaricare le grandi pioggie. Pei grandi uragani si dovrebbero costruire degli scarichi, onde tradurre le acque nei fiumi più vicini. Questi scarichi funzionerebbero da stramazzi, come ha luogo a Parigi, Londra e Berlino e si evita così di adottare nelle fognature delle misure per le meteore eccezionali, ma di stabilire soltanto quelle che occorrono nei casi ordinarj.

Si faciliterà la circolazione nelle gallerie col mezzo di una banchina collocata di fianco alla cunetta, della larghezza di metri 0, 40, sulla quale passeranno gli operaj in modo di poter utilizzare della fognatura per collocarvi i condotti principali delle acque, i fili elettrici e telefonici, ecc.

Più innanzi vedremo che queste idee del Durand-Claye, che qui abbiamo esposte, non collimano con quanto si è praticato in una gran parte delle fognature da ultimo costrutte in Inghilterra ed in Germania che funzionano a dovere e nelle quali furono escluse le condotte d' acqua, i fili elettrici e telefoni ecc.

A Parigi nelle ultime fognature che si sono costrutte nelle vie secondarie si è data la forma e le dimensioni apparenti dalla figura 6.ª. Ma nelle fognature più grandi l'altezza è di m. 2, 30 e la larghezza alla base di m. 1, 30.

Fig. 6



Se si confronta la fognatura più sopra delineata con un condotto in gres di m. 0, 30 di diametro per una circolazione della lunghezza di m. 210 fornita da serbatoj di scarico, si ha che il costo della fognatura importa L. 23500, ossia L. 113 al metro corrente, mentre col tubo in gres non si ha che la spesa di L. 44, 00, che corrisponde a L. 21, 00 al metro corrente.

Sistema del trasporto delle dejezioni e delle acque lorde colla corrente d'acqua continua.

Dopo di avere rifiutati i diversi sistemi di risanamento delle città, che abbiamo più sopra indicati, non rimarrà ora che di prendere in esame l' ultimo sistema, cioè quello della canalizzazione colla corrente continua, il quale consiste nel raccogliere e smaltire colla maggior prontezza possibile e coi minori disturbi, tanto le dejezioni, quanto le acque lorde insieme alle pluviali.

Questo sistema di canalizzazione, che in inglese chiamasi *main drainage*, in francese *Egout* e da noi viene denominato *Fognatura* dal vocabolo *Fogna*, che significa un condotto sotterraneo destinato a ricevere e scaricare le acque e le immondizie.

Dai molti studi che si sono intrapresi a tale riguardo dalle persone competenti e dalla esperienza fatta in un gran numero di città situate in condizioni diverse, si deve conchiudere che il sistema della fognatura a corrente continua presenta dei grandi vantaggi, anche sotto le viste della salute pubblica, inquantochè venne osservato che le malattie infettive, di cui spesso sono colpite le grandi città, diminuiscono notevolmente ed anche scompajono in seguito alla stessa fognatura.

Infatti dalle statistiche si ha che in 24 città inglesi nelle quali si eseguì la fognatura, i morti di tifo dal 1, 33 per mille, che si avevano dapprima, si ridussero a 0, 70 per $^{00}/_{00}$ dopo la canalizzazione.

A Danzica dal 1864 al 1871, cioè prima che avesse luogo la fognatura, si aveva nei morti di tifo la proporzione di 83 sopra centomila abitanti; successivamente, vale a dire dopo il 1871 si ebbe per un medio la proporzione di 31, 50.

In precedenza della fognatura eseguita a Francfort la mortalità per tifo era del 0, 68 per mille, successivamente essa venne ridotta al 0, 20 per mille.

Ma l'esempio più saliente è quello di Amburgo. Prima che fosse costrutta la canalizzazione, sopra mille morti se ne avevano 48, 50 di ileo-tifo. Appena dopo la fognatura, questa proporzione decrebbe a 29 90 e successivamente al 22 per mille, ossia meno delle metà

La stessa proporzione della mortalità per tifo, si ebbe anche a Bruxelles, cioè della metà dei morti dopo che si era eseguita la fognatura.

In una memoria pubblicata dall' ingegnere in Capo di ponti e strade Guerard sul vecchio porto di Marsiglia intorno alla fognatura ed al Colera avvenuto in quella città nel 1884 vien detto che non solo nelle grandi strade bene ventilate e pulite ma altresì nei quartieri malamente disposti e conservati in quella città il numero dei decessi di Colera riuscì minore ove trovavasi la fognatura fornita di acque abbondanti, di quello che avvenne nei quartieri nei quali esistevano le latrine coi pozzi neri.

Ad onta di siffatti vantaggi che presenta la fognatura, in confronto deglia ltri sistemi di cui ci siamo occupati precedentemente, si sono elevate alcune ecce-

zioni, le quali però sono di ben poco valore poggiando a dei fatti molto discutibili.

Si è detto che l'aria circolante nei canali possa diventare un veicolo per diffondere i morbi e si dubitò sulla possibilità di rendere impermeabili i condotti di scarico; e siccome la superficie di tali condotti riesce di gran lunga maggiore di quella dei pozzi neri, così l'inquinamento del terreno e delle sorgenti sotterranee sarebbe riuscito del pari maggiore e così si andava ad aumentare il danno anzichè diminuirlo ed a toglierlo. Si soggiungeva inoltre che nel mentre colla fognatura si pensava a migliorare le condizioni interne della città, si andava poi a danneggiare sommamente la parte esterna e la popolazione agricola, laddove le acque lorde e le materie fecali si volessero scaricare nei fiumi oppure impiegarle nell'inaffiamento dei terreni.

In merito all'aria circolante nei canali, la quale possa diventare il veicolo per diffondere le malattie, si deve notare che dalle indagini accuratissime fatte a Monaco dal Dott. Port emerse che le dejezioni non vanno soggette a decomporsi se non allorquando giungono sul terreno, per cui scorrendo esse nei canali diluite nell'acqua e trasportate sollecitamente all'esterno, l'eccezione sollevata, malgrado qualche fatto isolato, non potrebbe influire a rendere meno buono il sistema.

Ma vi è di più; in seguito alle analisi instituite sull'aria raccolta nei canali di fognatura, in confronto di quella esterna, non si trovò alcuna differenza sensibile, per cui il dubbio insorto non avrebbe alcun appoggio sotto l'analisi chimica.

Nullameno si sono verificati dei casi nei quali siffatte condutture sembra che abbiano influito a propagare le malattie contagiose. In questa circostanza peraltro, che sarebbero dipendenti in gran parte dal sistema meno buono seguito nella costruzione della fognatura, si possono prendere dei provvedimenti efficaci a far cessare il male, come è avvenuto pochi anni sono a Detroit in America. Infieriva in questa città la difterite e la scarlatina e si temeva che la propagazione dei mali dipendesse dai canali di fognatura. Gli è perciò che si intraprese la disinfezione di essi adottando il sistema proposto dal Dott. Wight.

Si versarono chilogr. 35 000 di solfato di ferro sciolto nell'acqua, e vi si introdussero in più punti dei secchi di ferro riempiti di zolfo infiammato, in tutto Chilogr. 3000. In tal guisa nel mentre il fondo dei cunicoli veniva lavato col solfato di ferro, i vapori di zolfo impregnarono le pareti introducendosi anche nei canali di scarico delle case. L'effetto fu immediato: la difterite diminuì notevolmente e la scarlatina sparì del tutto (1).

Non si conosce ne la lunghezza della fognatura ne il sistema di costruzione stato seguito. Trattasi di una città situata sul fiume omonimo che ha la popolazione di 80 mila abitanti e nella quale vi possono concorrere molte altre circostanze, che non si conoscono, fra le quali forse quella dello scarico nel fiume delle acque di fogna e dei depositi sulle sponde come succedeva a Londra.

L'obbiezione sollevata sulla permeabilità dei condotti, i quali possono lasciar trapelare i liquidi ed inquinare il terreno circostante, si deve del tutto esclu

(1) *Giornale del Genio Civile*, — Luglio-Agosto 1888.

dere pel motivo che i canali della fognatura, sia grandi che piccoli, si costruiscono o di argilla smaltata oppure di muratura di mattoni ed anche di calcestruzzo di cemento idraulico, il quale è per sè stesso un materiale che non lascia punto trapelare alcun liquido a somiglianza dei tubi di ghisa.

Ma volendo pure ammettere l'eguaglianza dei materiali nella costruzione dei pozzi neri e nella fognatura vi concorrono ben altre circostanze in favore di quest'ultima per riguardo ai trapelamenti.

Infatti si ha: 1.° Che il trapelamento attraverso i muri di contorno di un pozzo o serbatojo qualunque ove vi stagnano dei liquidi è di gran lunga maggiore di quanto avviene dalle sponde di un canale ove scorre il liquido più o meno velocemente, come lo dimostrò una costante esperienza; 2.° Che il maggiore o minore trapelamento dai muri di contorno e del fondo di un serbatojo o di un canale è dovuto, a circostanze eguali, all'altezza dell'acqua che vi stagna o che vi scorre e quindi alla pressione che viene da essa esercitata.

Posti tali principi e considerato che l'altezza dell'acqua scorrente nei canali di fognatura supera ben di rado m. 0, 60, mentre le materie contenute nei pozzi neri nella maggior parte dei casi hanno un'altezza più che doppia; considerato che le materie fecali nella fognatura trovansi diluite in molt'acqua, cosicchè si può ritenere che il peso specifico del liquido sia pressochè conforme a quello dell'acqua, quandoche le materie raccolte nei pozzi neri hanno una densità maggiore e conseguentemente si ha una pressione maggiore sulle pareti e sul fondo, ne deriva da tutto questo che i trapelamenti dei liquidi dalle pareti degli stessi pozzi sono più considerevoli di quanto si ha dalle sponde della fognatura ad acqua corrente.

Ed il prof. Pacchiotti nella sua relazione sulla fognatura di Torino rivolgeva a tutti coloro che dubitano sui benefici effetti della canalizzazione continua le seguenti parole:

« Come spiegano essi l'agitazione febbrile che oggi invade tutte le città del « mondo per la canalizzazione? Come si spiega che nel breve giro di 30 anni, « dopo Londra e Parigi, duecento città grandi e piccole adottarono questo si- « stema tanto combattuto? Se avesse tanti inconvenienti non sarebbe stato « adottato.

« Perchè mai Cannes e Nizza queste due importanti stazioni marittime, queste « perle del Mediterraneo a cui accorrono da tutte le parti del mondo malati per « guarire, si sottoposero ad ingenti sagrifici per risanarsi, ed aumentare la loro « clientela? Vollero fortemente la canalizzazione dai primi igienisti raccoman- « data da tante città adottata. I loro Sindaci secondarono la pubblica opinione. « Oggi queste due città sono in festa ».

Infine sulla terza obbiezione che concerne i danni possibili che possono derivare alla salute della popolazione agricola essa è smentita dalle molte osservazioni fatte in Inghilterra ed in Germania e da ultimo anche in Francia e finalmente dal fatto secolare che ha luogo presso Milano dall'uso delle acqne del canale Vettabbia. Questo canale di Fognatura che raccoglie le dejezioni e le acque lorde di circa centomila abitanti, serve a tradurre già da parecchi secoli

le acque per l'irrigazione dei prati e terreni contigui a Milano senza cha da ciò siasi giammai derivato alcun danno alla salute pubblica. Ed è poi da notarsi che le materie provenienti dallo spurgo dei pozzi neri di Milano si usano già per una lunga serie di anni ad inafffare le ortaglie situate all'ingiro di Milano ; ed attualmente esse si trasportano col mezzo dei tramways a considerevoli distanze per fecondare i terreni, in particolare quelli coltivati a frumento. Ebbene da tutto questo spargimento di materie non si sono giammai sollevate delle lagnanze, se si eccettui l'odore disgustoso e nauseante di ammoniaca e gas solfidrico emanato dalle materie fecali, ma che scompare interamente dopo qualche ora.

Per le quali cose nel Congresso d'Igiene tenuto a Milano dopo che da taluni era stata propugnata la canalizzazione Liernur e le fosse mobili si addivenne al seguente emendamento cioè « che in determinate circostanze può riuscire vantag-« gioso all'igiene pubblica, oltre alle fosse mobili, un buon sistema di canalizza-« zione con condotti impermeabili a corrente continua d'acqua e sopratutto quando « le acque corrotte possano venir prontamente impiegate all'uso dell'agricoltura ».

Da ultimo a sostegno della nostra opinione dobbiamo riportare quanto venne esposto dalla Commissione nominata dal Sindaco di Milano per lo studio del miglior sistema di fognatura da adottarsi nella stessa città, inquantoche il voto della stessa Commissione non venne emesso che in seguito a lunghi ed accurati studj da persone competenti sui varj sistemi fin qui seguiti nella fognatura delle grandi città.

La stessa Commissione dopo di avere premesso che il sistema così detto del *tout à l' égout* è il migliore sotto ogni riguardo trovò di stabilire le seguenti massime, vale a dire :

1.° Che la canalizzazione per raccogliere le dejezioni tanto solide quanto liquide non che le acque lorde domestiche, deve essere unica ; e quando sia preventivamente assicurata la facoltà del simultaneo scarico delle acque di pioggia devono anche queste essere riunite nello stesso canale.

2.° Che la sezione di tutti i canali principali, ed anche dei secondarj ove è possibile, deve essere ampia quanto basti per essere praticabile.

Tale praticabilità è ritenuta dalla Commissione necessaria a che il servizio di polizia della fogna possa essere facilmente eseguito. La Commissione però non tenne conto della eventualità che la fogna stessa possa servire alla collocazione di fili telegrafici, ovvero ad altri pubblici servizii, ritenendo estranea all' indole del suo mandato l'esame della convenienza o meno di far servire un solo canale a scopi diversi, perchè ciò dipende da considerazioni d' ordine principalmente economico.

Più avanti allorchè descriveremo i lavori in corso per la nuova fognatura di Milano faremo conoscere che i condotti dell' acqua potabile, fili telegrafici, ecc. furono esclusi dai canali di fognatura e collocati in appositi condotti per motivi diversi.

Per le quali cose il sistema della fognatura a corrente continua, sia coll'unire le acque pluviali, sia col tenerle separate venne oramai accettato da tutti gli igienisti siccome il migliore e come tale applicato nella massima parte delle

città d' Europa, abbandonando gli altri sistemi pei quali l' esperienza ha dimostrato che non andavano immuni di molti difetti e non erano punto economici. Ma non è soltanto in Europa che venne eccettato questo sistema ma altresì in molte città Americane, fra le quali citeremo Buenos Ayres che nella fognatura costrutta nel 1878 anzichè seguire il sistema Waring si appigliò a quello della canalizzazione coll'acqua continua immitendovi altresì i condotti delle latrine.

Proposte di nuovi sistemi di fognatura. — In seguito all'esame ed alle discussioni dei vari sistemi di fognatura che furono applicati al risanamento delle città con un risultato più o meno buono, potrebbe sembrare un pleonasmo di occuparci dei progetti e dei tentativi fatti dagli ingegneri per introdurre dei nuovi sistemi i quali, per soprappiù, non ottennero la sanzione della pratica. Siccome però, queste proposte hanno trovato dei fautori, sembrando a taluno che con esse si potessero eliminare gli inconvenienti che presentano i sistemi fin qui adottati, abbiamo trovato del caso di farli conoscere a compimento della parte storica dell' arte.

Nella fognatura da costruirsi in Napoli, essendosi stabilito di adottare il sistema della circolazione continua, e di immettere nei canali di fognature tanto le acque pluviali, quanto le acque lorde e gli escrementi, l'ing. Sebastiano Tessitore, professore d'idraulica nella scuola d'applicazione degli ingegneri, trovò di proporre un nuovo sistema di fognatura che si avvicinasse in qualche modo al sistema Waring, di cui egli è un vero ammiratore.

L' autore premette innanzi tutto, che le materie da convogliarsi in Napoli, consistono:

1.° Nelle dejezioni dei 600 000 abitanti, compresa la popolazione fluttuante, con che calcolando due litri per ciascuno danno in 24 ore m. c. 1 200;

2.° Nelle acque lorde provenienti dalle case, dalla lavatura delle strade, dalle fontane ecc., non che dalle sorgenti del volume di m. c. 250 000 per giorno.

Si avrebbero quindi in complesso da scaricare m. c. 251 200, di materie e di liquidi pei quali occorrerebbe un emissario della portata di m. c. 2, 90. Aggiungendo a questo volume le acque meteoriche di millim. 10 ogni 24 ore, per Napoli, si avrebbe un volume di m. c. 70 000, i quali sommati coi 251 200 emerge la cubatura di m. c. 329 200 nei giorni di pioggia ordinaria, che potrebbe anche salire a m. c. 696 200 nei grandi acquazzoni, come è succeduto nel 9 luglio 1867, nel quale la pioggia giunse a millim. 48 in un ora. Per convogliare questa massa d'acqua, ritenuta uniformemente distribuita su tutta la lunghezza delle strade di Napoli di m. l. 162 500, occorrerebbe un acquedotto della portata di m. c. 4 al metro corrente.

Senza qui entrare nelle diverse calcolazioni che vennero in seguito instituite per dimostrare la convenienza di adottare il sistema di costruzione stato proposto, mediante il quale verrebbero soddisfatte tutte le condizioni del problema, ci limiteremo ad indicare brevemente questo sistema il quale trovasi svolto in una memoria pubblicata dall'autore (1).

(1) Sistema di fognatura *tout à l'égout* a serbatoi semplici ed a circolazione continua. — Memoria dell'Ing. Cav. Sebastiano Tessitore.

La sezione del canale di fognatura consisterebbe al fondo in un triangolo che sarebbe sormontato da due pareti verticali. I canali sono suddivisi a scompartimenti con dimensioni tali da formare dei serbatoi. Le dejezioni e le acque lorde provenienti dalle case da scaricarsi nella fogna, si dovrebbero innanzitutto raccogliere in appositi pozzetti. Tali pozzetti si troverebbero ad un livello non inferiore al pelo massimo delle acque scorrenti nel canale di fognatura. Gli stessi pozzetti si dovevano costruire nell' interno delle case e sarebbe stato conveniente che fossero muniti di un tubo di vetro mediante il quale si potesse conoscere la condizione in cui si trovavano, non che la quantità della materia che vi fosse raccolta. Ciascun pozzetto doveva avere tali dimensioni da poter comprendere le dejezioni e le acque lorde per un tempo creduto indispensabile da poterlo vuotare tutto in una sol volta. A tal fine dovevano trovarsi disposte delle saracinesche, le quali avevano il doppio scopo di far agire il tubo di scarico come un sifone e di interrompere la comunicazione dei pozzetti colle fogne, qualora nel caso di epidemia lo si richiedesse, per disinfettare le materie prima di scaricarle nella fognatura (1).

Per evitare la dispersione dei gas deleteri nelle strade, si dovevano applicare alle bocchette di scarico delle acque dei sifoni idraulici; come, del pari vi sarebbero dei sifoni a chiusura idraulica sullo sbocco dei tubi di scarico provenienti dalle case, nell'egual modo che si pratica nella maggior parte dei sistemi di fognatura.

Per ottenere una energica ventilazione nella rete di fognatura, si proponeva di costruire alle estremità di ciascuna rete, dei camini che si elevassero al disopra degli edifici circostanti, disponendoli nella parte più alta della città per ottenere la massima aspirazione dalla differenza di livello.

Le fogne, verrebbero curate da operai, percorrendo sopra un palco in legname, costrutto nell' interno e nella parte centrale. L' accesso alle fogne, si aveva da chiusini o bocche disposte alla distanze fra loro di m. 100 circa.

Ommettendo di qui discutere sulla bontà o meno del sistema e sugli inconvenienti a cui si andrebbe incontro coll' accettarlo, sia nella parte costruttiva, che nella parte economica e dell'esercizio, ci limiteremo soltanto, ad osservare che questo progetto, venne presentato al Municipio di Napoli, il quale dopo di averlo esaminato attentamente, deliberò: che la proposta fatta sotto il nome di Vitale-Tessitore, corrispondeva ad altro progetto, inoltrato esso pure alla Giunta municipale, sotto il nome di Carrelli-Younk; che tanto l'uno, quanto l' altro progetto, si erano compilati in base al sistema americano della separazione, il quale sistema, si era ripetutamente rifiutato tanto dal Municipio, quanto dal Consiglio Superiore dei lavori pubblici, per la sua inferiorità al sistema promiscuo, ove le circostanze lo permettono, come appunto si trovava la città di Napoli; che accettando il progetto separatore, era d' uopo di pensare tuttavia ad una nuova canalizzazione, non potendo servire menomamente quella esistente. Per tutte queste ragioni e per molte altre, che qui si ommettono per brevità il Consiglio

(1) Siamo in obbligo di qui avvertire, che anche nel caso di epidemia impiegando le acque di fogna nell' irrigazione dei prati non ne deriva alcun danno alla salute pubblica siccome venne qui supposto dacchè l'esperienza ne ha dimostrata l'innocuità.

Comunale di Napoli trovò di respingere sia il progetto Carelli-Younk sia quello sotto la denominazione Vitale-Tessitore (1).

Un altra proposta di una nuova fognatura automatica si è quella stata ideata dall'ingegnere Ferdinando Piattini dal quale venne presentata ad una Società di industriali in Torino. In questa nuova fognatura, venne accoppiata la fossa Mouras col sistema atmosferico. Non conosciamo i particolari di questo sistema, epperò non possiamo esporre alcuna opinione. Peraltro, è da osservare, che la Commissione stata nominata a Milano per lo studio della fognatura da costruirsi nella stessa città, non trovò nè di proporla nè di raccomandarla in quantochè non presenta alcun'idea nuova, e poggia a dei principî, che gli igienisti trovarono di rifiutare.

Non è soltanto in Italia che furono proposti dei sistemi diversi pei lavori di fognatura ma altresì all'estero, e particolarmente a Parigi, ove si sono esperimentati dei nuovi processi, in particolare sulla costruzione delle fosse.

Vi è adunque la fossa *Déplanque*, che è analoga alla fossa Mouras e che esperimentata alla calata della Mégisserie ha fatto cattiva prova e fu tosto distrutta.

Havvi la fossa *Goldner* di Baden-Baden, di cui se ne fece una prova all'asilo nazionale dei *Quinze-vingt*, ma che non ebbe alcun seguito non avendo dato un risultato soddisfacente.

Un altro apparato è quello di *Gommes-Britto* i' quale consiste in una cassa metallica funzionante da fossa costrutta a scompartimenti in guisa da poter impiegare i disinfettanti, affinchè le materie originariamente solide si raccogliessero in apposito bottino ed il liquido disinfettato venisse filtrato attraverso il carbone. Ma anche un tale apparato, di cui se ne fecero alcuni esperimenti, non fu accettato.

Vi è il sistema *Bonnefin* che nel 1882 fu esperimentato a Parigi nella Caserma della Città. Egli avrebbe proposto due metodi l'uno *secco* e l'altro *umido*. Colla prima disposizione intendeva che le materie solide nel discendere fossero separate dai liquidi. Il secondo processo consisteva in una cassa con due tubi verticali alle due estremità, il quale veniva previamente riempito di solfato di ferro. I doccioni che trasportavano i prodotti immettevano nella parte superiore di uno dei tubi, che munito di griglia non lasciavano passare che i liquidi. Siccome il fondo della cassa comunicava col bottino mobile si riteneva che le materie dense disinfettate si potessero trasportare senza inconvenienti.

Tutte queste proposte mancano assolutamente dei requisiti pratici (2).

Tralasciamo di accennare la fossa mobile di *Lavillangouet*, quella di *Amoudruz* e di *Goux* nell'ultima delle quali si impiegano le sostanze polverulenti per attutire le cattive esalazioni inquantochè esse furono bentosto abbandonate al loro nascere.

(1) Tornata del Consiglio Comunale di Napoli 28 Novembre 1887.
(2) Relazione della Commissione nominata dalla Giunta Municipale di Torino.

FOGNATURE ANTICHE.

Le prime fognature che si conoscono, e di cui si hanno delle idee concrete, rimontano ai tempi più antichi di Roma. Alcuni scrittori però le riporterebbero ad un' epoca anteriore al regno di Tarquinio Prisco (600 anni prima dell' era volgare) dal quale, secondo le testimonianze di Tito Livio e di Plinio, si fecero costruire. Grosley non potendo persuadersi che fossero opere di un re, ricorse alle colonie greche di Romolo e di Enea, della cui grandezza e potenza erasi perduta la memoria. Gli è vero che i monumenti dell' architettura sotterranea, furono più comuni in Egitto, nella Fenicia, e nella Grecia, di quello che in Italia; ma però, indipendentemente dalla diversità che corre fra i sotterranei degli altri paesi e gli smaltitoi o le fogne di Roma, sembra che ai tempi così remoti, di cui gli antiquari suppongono l'esistenza, questa città non potesse essere tanto popolata, per aver bisogno di tali opere, nè tanto industriosa per eseguirle.

Ai tempi storici di Roma, non erano abitati che i monti: indi, crescendo la popolazione, si stabilì questa nelle valli; e fu allora, che il bisogno di renderle salubri, col mezzo di fogne, dovette far intraprendere opere così grandiose. La situazione della città, che racchiudeva sette colli nel suo recinto, ne rese indispensabile la continuazione. Nelle pioggie dirotte e nei tempi procellosi, le contrade praticate attraverso le valli, che separavano queste colline, trovavansi inondate ed impraticabili. Ecco le ragioni che determinarono Tarquinio Prisco a far rialzare il livello di queste contrade, a costruirvi le cloache lasciandovi delle aperture di tratto in tratto nelle quali le acque pluviali e quelle destinate a lavare le strade trascinassero facilmente con se tutte le immondizie. « *Infirma urbis loca circa forum abasque interjectas collibus convalles quia ex pluvibus locis haud facile evehebant aquas cloacis in Tiberim ductis ficcat* » (1).

Alle fognature di Roma, venne data la denominazione di *Cloaca* dalla parola *cluo,* che significa insozzare, infettare col cattivo odore.

Col mezzo di queste cloache, una parte delle quali esiste tuttora, il pavimento delle strade di Roma, era sempre asciutto, e gli abitanti di questa immensa città avevano il vantaggio di potere in ogni tempo trasferirsi comodamente in tutti i quartieri senza essere molestati dalla vista e dagli effetti perniciosi delle lordure ammassate nei diversi punti della città.

(1) Tito Livio, Lib. 1.

I condotti o le cloache di Roma avevano parecchi rami, fra il Campidoglio, il Palatino, ed il Quirinale i quali andavano a riunirsi nel Foro o campo Vaccino, per indi condursi tutti insieme a sboccare in un sol canale nel Tevere chiamato *Cloaca massima*, costrutta essa pure da Tarquinio Prisco. Dipoi vennero continuati da Servio Tullio e da Tarquinio il Superbo che gli successero nella dignità reale. Tito Livio e Plinio raccontano come il popolo fosse stanco e malcontento di siffatti lavori. Per le quali cose non si possono mettere in campo che assai vaghe congetture, volendo rifiutare la testimonianza degli scrittori romani intorno ai tempi di cui essi soli hanno fatta menzione.

All'epoca della Repubblica, 400 anni dopo che questi canali furono terminati, Catone il Censore ed il suo collega Valerio Flacco li fecero nettare e ristaurare. Ne costrussero anche di nuovi nei quartieri che ne erano mancanti, come sul Monte Aventino, erogando in quest'opera, secondo il resoconto di Dionigi d'Alicarnasso, mille talenti, che corrisponderebbero a 3 milioni di lire. Veggonsi tuttora due imboccature antiche tra la *Cloaca massima* e gli avanzi del ponte Sublicio, che forse furono eseguite a quel tempo. Una di esse serve per le acque della *Marana* o acqua *Crabra* che viene da Frascati e che dopo di avere percorsa la Valle del Gran Circo corre sotterranea per andarsi a cacciare nel Tevere.

Anche Agrippa si distinse, durante la sua edilità, nel far costruire cloache tanto grandi e numerose, che secondo l'espressione di Plinio, fabbricò una città navigabile sotto quella di Roma « *Urbe pensili subterque navigata* ». Vi fece costruire sette canali di tale pendenza, che le acque vi scorrevano con tanta velocità, in guisa da trasportare non solo le lordure, ma altresì i rottami e le pietre che vi fossero gettate nell'acquedotto.

Ecco come si esprime Plinio a tale riguardo.

« Non dimentichiamo, egli dice, le *cloache*: la più sorprendente di tutte le opere per le quali sono stati traforati parecchi monti, e che ci fa risovenire le meraviglie di Tebe, di cui abbiamo or ora parlato. M. Agrippa, nella sua edilità che successe al consolato, riunì i canali di sette fiumi, il cui impeto paragonabile a quello di un torrente, trasporta seco tutto ciò che incontra. Questo maraviglioso volume d'acqua accresciuto anche dalle pioggie che cadono e dai straripamenti del Tevere che vi rigurgitano, flagella incessantemente le mura di questo condotto, senza che l'urto interno di tutte siffatte masse d'acqua che s'urtano a vicenda e senza posa, abbia per nulla alterata la solidità dell'opera e la bontà delle fondamenta. Non vi apportano nocumento nè il peso delle macerie delle case che vanno rovinando, o di per se stesse, o per incendio, ne le scosse dei terremoti. Quest'opera si conserva inalterabile da 700 anni circa. Essa fu edificata da Tarquinio Prisco. Si pretende che questo condotto fosse abbastanza largo da passarvi un carro di fianco ».

Plinio, come si vede, per rendere il suo racconto più interessante e l'opera meravigliosa non parla dei ristauri considerevoli che vi furono eseguiti dai censori Catone e Valerio Flacco. Tuttavia la durata di questo eterno edificio giustifica abbastanza l'entusiasmo dello storico, ed esprime più di quello che egli stesso non ha detto, e che noi non potremmo dire.

Per ottenere che le cloache trasportassero tutte le materie che vi si gettavano. anche le più pesanti, esse erano provvedute di una grandissima quantità d'acqua, di cui poteva disporre Roma per l'addietro. Secondo Frontino, al tempo di Trajano, si distribuivano m. c. 1 320 600 di acqua in 24 ore, che servivano a più di 800 bagni ed agli altri bisogni della vita. Successivamente una gran parte di questa quantità d'acqua andò perduta in guisa che al principio di questo secolo, dietro le esperienze instituite dal Vici, non si avevano che m. c. 180 500 ogni 24 ore (1).

A Roma, ai tempi degli Antonini, erano talmente estese le terme, che Ammiano Marcellino le paragona a provincie. Quelle di Caracalla accupavano un grandissimo spazio. Oltre ai bagni essi servivano di esercizi ginnastici, giuochi, accademie ed altre riunioni. Questi edifici venivano ornati da preziosi capi d'arte ed in essi, vi si trovarono l'Ercole di Glicone, la Flora, il toro Farnese, il torso di Belvedere, il musaico di Laterano e una quantità di vasi ed altre preziosità. La colonna che sta in piazza Santa Trinità a Firenze è una delle otto che sorreggevano la sala di mezzo. Più vaste erano le terme di Diocleziano, con portici e sale capacissime di cui una delle dimensioni di 59 metri per 24 metri, e luoghi di divertimenti ed un Museo. Il Pantheon formava solo un membro delle terme di Agrippa (2).

La *cloaca massima* sussiste ancora in parte, e la stabilità di questa costruzione forma l'ammirazione di tutti gli architetti. Essa è fabbricata di grandi conci di pietra naturale e coperta da triplice vôlta, composta di tre ordini di cunei sovrapposti e reciprocamente collegati onde poter resistere più lungo tempo e con maggior forza al peso della terra ed al passaggio dei carri. La sua larghezza interna è di m. 4,50 ed altrettanti in altezza sotto la serraglia; in parecchi luoghi si divide in tre parti due delle quali per le banchine, che fiancheggiano le spalle dei condotti, e la terza nel mezzo pel passaggio delle acque. Nei muri vi sono dei beccatelli di pietra che sembrano destinati a sostenere i principali tubi delle fontane.

Le cloache di Roma sono state giustamente encomiate da tutti gli storici dell'antichichità e annoverate fra le meraviglie di quella grande capitale. Secondo Dionigi d'Alicarnasso, che si recò a Roma sulla fiue del regno d'Augusto, tre cose contribuirono a dargli un'alta idea della grandezza di Roma, le strade, gli acquedotti e le cloache. Cassiodoro che fiorì nel 470 ed era prefetto del Pretorio sotto Teodorico re dei Goti, e buon conoscitore di architettura, confessa nella raccolta delle sue lettere (lib. V. lett. 33) che nulla poteva essere paragonato alle cloache di Roma, tanto per la grandezza ed utilità di opere, quanto per le ingenti somme che dovevano essere costate.

La cura e la manutenzione delle cloache furono dapprima affidate ai censori indi agli edili; ma gli imperatori crearono per tale oggetto degli impiegati particolari chiamati *curatore cloacarum* come si ha da una iscrizione antica.

(1) RONDELET. — *Trattato teorico dell'arte di edificare.* — Prima traduzione italiana sulla sesta edizione originale, con note e aggiunte importantissime per cura di Basilio Soresina.

(2) CANTÙ. — Storia degli Italiani Tomo II.

Bisogna confessare con Plinio e cogli altri scrittori dell' antichità che nulla ha più distinto i Romani di queste grandiose opere di pubblica utilità la cui magnificenza supera senza dubbio il lusso medesimo degli altri loro monumenti Queste grandiose intraprese non possono essere mosse che da quell' amore del pubblico bene e da quello spirito pubblico che sembra essere stato presso i Romani piuttosto un'abitudine che una virtù (1).

Tutto quanto si faceva a Roma, serviva di modello anche alle altre città dell'impero le quali in relazione alla loro importanza costruivano tali edificii per l'igiene per il comodo ed il decoro pubblico.

Milano che fu la seconda città dell' Impero Romano e che per molto tempo era la sede di diversi imperatori (2) doveva necessariamente avere le cloache ed i bagni nell' egual modo che si era praticato in Roma (3). Qui non occorrevano i grandi acquedotti che si erano costrutti con tanto dispendio a Roma, mentre a Milano vi confluivano le acque dell' Olona, del Lambro e del Seveso alle quali si aggiungevano alcune sorgenti ricavate col mezzzo del canale Nirone o Nerone che sembra fatto costruire da un imperatore Romano (4).

Ma Milano venne distrutta nel 4.° e 5.° secolo dal passaggio di Attila e dall'invasione dei barbari capitanati da Uraja e da Vitige: e per il periodo di quasi cinque secoli abbandonata dai ricchi che si erano rifugiati nel contado, non essendo rimasti nella città che i miserabili.

Scomparvero adunque in quell'epoca tutte le opere fatte eseguire dai Romani ed insieme ad esse i bagni pubblici e le fognature; e quand' anche alcuna di tali opere ne fosse rimasta venne successivamente distrutta nel secolo XII per opera di Federico I detto il Barbarossa, il quale nel 1162, ne ordinava lo spianamento non conservando che poche chiese, di modoche non rimase alcuna traccia del passato (5).

Ritornati i Milanesi nella loro città nel 1167 ed impegnati nelle guerre, nelle fortificazioni e nelle riforme amministrative e di Governo, non si diedero alcuna cura dell'igiene e del comodo pubblico. E non fu che un secolo e mezzo dopo che Azzone Visconti ordinava non solo di pavimentare le strade, ma altresì di aprire un canale all'ingiro di Milano, non che costruire delle cloache sotterranee

(1) *Quatremère de Quincy.* — Dizionario storico di Architettura colle note degli ingegneri G. Cadolini e L. Tatti.

(2) Massimiano erculeo cinse Milano da mura con torri, Costantino ne fa la seconda capitale dell'impero mettendovi la sede del *vicario d'Italia.* Giuliano, Costanzo, Teodosio, vi ottengono la porpora vi risiedono, vi radunano concili, vi celebrano sponsali, vi pubblicano le leggi.

(3) Dietro le testimonianze di Aurelio Vittore e di Ausonio lo stesso Massimiano faceva innalzare le terme Erculee delle quali secondo gli eruditi apparterebbero le colonne di S. Lorenzo che sussistono tuttavia.

(4) GIULINI. — Memorie spettanti alla Storia al Governo ed alla descrizione della città e campagna di Milano.

(5) Dal Bruschetti nella sua *Storia dei progetti delle opere per l'irrigazione del Milanese* vien detto che non vi è alcun dubbio « che prima della distruzione di Barbarossa scorrevano in Milano nei con- « dotti sotterranei le acque dei piccoli fiumi Lambro, Seveso, Nirone ed Olona le quali servivano a « purgare la città dalle immondezze e lavare le lane, le tele le pelli e ad ogni altro uso di simili ma- « nifatture e defluivano in seguito all'esterno col mezzo della Vecchiabbia ».

ove si potessero raccogliere e smaltire le acque pluviali e le lordure provenienti dalle case; al qual effetto i proprietari dovevano costruire gli occorrenti condotti di immittenza (1).

Si hanno tutti gli argomenti per ritenere che questo canale sia stato stabilito in gran parte nelle fosse delle antiche fortificazioni di Massimiano erculeo, come pure che l'attuale Seveso non sia altro che il vecchio canale Visconteo vedendosi tuttavia in molte tratte i muri delle antiche fortificazioni romane (2).

In questo canale indubbiamente dovevano scorrere le acque del fiume Seveso e probabilmente anche quelli del Nirone; ma in causa dei grandi cambiamenti avvenuti nello stato idrografico dei contorni di Milano, congiuntovi alla negligenza e trascuratezza della autorità edilizia scomparvero le acque del Seveso non che tutte le altre che potevano immettere; e fu d'uopo sostituire in seguito alcune acque del Naviglio della Martesana (metri cub. 0, 420 per secondo) all'oggetto di trasportare all'esterno le lordure e le dejezioni che si scaricavano nel canale (3).

Con siffatta origine del Canale Seveso, che è la sola fognatura esistente in Milano, emerge evidentemente che essa non corrisponde punto ai dettami dell'arte anche sotto il rapporto dell'igiene pubblica in quantoche le sponde sono costituite da murature antiche ed informi; lasciano disperdere le acque lorde, come del pari esse si disperdono dal fondo non esistendovi alcuna platea. La luce del condotto è sommamente irregolare e non proporzionata alla quantità delle acque che scorrono; di più non esiste alcuna ventilazione, per cui il canale può essere un fomite per la propagazione delle malattie infettive e non già di vantaggio all'igiene.

(1) Flamma. — *De gestis Azonis Vice comitis.*
Lattuada. — *Descrizione di Milano.*

(2) Bignami Sormani. — I canali della città di Milano. Anche l'ingegnere Bignami Sormani ritiene che il Canale Seveso occupi in molte parti le antiche fosse di Massimiano erculeo, come appare dalle vestigia che sono rimaste. Da queste vestigia si può ricavare e dedurre anche i confini dell'antica Milano.

(3) Il Giovio nella vita dei dodici Visconti scrivendo di Azzone viene detto che egli « condusse nella « città due fiumicelli molto comodi a spazzare le immondizie della città per sanità dell'aere cioè il « *Lirone e la Cantarana* i quali già sono quasi mancati perciocchè per negligenza pubblica oggimai « a poco a poco sono interrati e mancano di chi gli tenga netti ». Tutto ciò avveniva dopo circa un secolo da Azzone.