

Risulta da questo casellario che il coefficiente di efflusso dal distributore si può ritenere in media eguale a 0,90.

La lavorazione di ogni parte della turbina è molto accurata, avendo la Ditta Calzoni posto nell'esecuzione di questo motore tutto l'impegno che sempre addimostro in simil genere di lavori, e che le procurò la fiducia di molti industriali, come lo prova il fatto che in pochi anni questa Ditta fornì più di 57 turbine a stabilimenti industriali italiani per una forza motrice

complessiva superiore ai 2000 cavalli-vapore.

Nel chiudere questa breve relazione sono lieto di porgere, a nome anche della Scuola, vivi ringraziamenti alla Ditta Calzoni per le grandi agevolanze che essa le fece nell'acquisto della turbina, e colgo l'occasione per esprimere la mia gratitudine all' egregio Ing. G. Bolzon che mi coadiuvò nelle esperienze.

Torino, dicembre 1886

S. Cappa.

FOGNATURA AUTOMATICA E PERENNE

PER MEZZO DELL'ARIA COMPRESSA E DELLA SIFONATURA DEI BOTTINI

Memoria letta in seduta 17 Giugno 1886.

CAPO I.

Della fognatura.

Scopo principale di questo studio è di mostrare la convenienza delle condotte forzate applicate alla fognatura delle acque cloacali, sia sotto il rapporto igienico, che sotto il rapporto economico, e dimostrare eziandio la facilità del loro trasporto in lontananza dalle città, ed il modo di usufruire le deiezioni a favore dell'agricoltura.

§ I.

Del funzionamento.

La riluttanza che si ha pella conduttura a tubi, nasce naturalmente dagli inconvenienti prodotti dalle materie fecali fresche, che per il loro stato di viscosità imbrattano i tubi e rapidamente li ostruiscono. Fortunatamente però queste materie si liquefanno dopo un breve soggiorno nelle fosse, e questo fenomeno di cui il dottore Mouras ha definito le condizioni fisiche per la sua normale evoluzione, era conosciuto dai pratici ed era notorio che le materie solide che si ricavano dalle fosse dopo un soggiorno di qualche mese rappresentano appena il 7 % della totalità del liquido contenuto nelle fosse medesime (Nota 2 g).

I precursori della canalizzazione forzata non essendosi preoccupati di questo fatto, e proponendosi essi la soppressione delle fosse, incontrarono poi difficoltà insormontabili per effettuare la evacuazione delle materie fecali, e se perven-

nero ad esportarle fresche con gran copia d'acqua, con forti pendenze o coll'aspirazione pneumatica, essi non poterono evitare l'ostruzione delle condotte, dovuta all'introduzione abusiva di corpi estranei, e furono perciò costretti ad assoggettare il servizio delle latrine a restrizioni che urtano le abitudini, e dovettero adottare sistemi complicati, che presentano maggiori inconvenienti delle fosse medesime senza averne i vantaggi.

Inconvenienti dei sistemi Berlier e Liernur.

Così si vede il Liernur e il Waring costretti a restringere l'apertura del tubo di scarico delle latrine a sette centimetri (0^m,07) ed il Berlier a porre due serbatoi speciali fra la latrina e la canalizzazione pneumatica. Il primo di questi serbatoi è destinato a fermare i corpi eterogenei ed a spezzare i più voluminosi; a tale scopo è munito inferiormente d'una griglia, e superiormente d' un mestatoio mosso a mano. Tale apparecchio per le sue dimensioni alquanto esigue (0^m,60)³ deve essere frequentemente visitato ed aperto ogni qualvolta è ingombro e costituisce perciò una servitù assai molesta.

Il secondo apparecchio, detto *evacuatore*, serve a far passare le deiezioni nella canalizzazione senza che l'aria possa essere aspirata; e ciò si ottiene per mezzo d'una valvola sferica che viene sollevata da un galleggiante quando il serbatoio è pieno, e si chiude prima che il liquido sia completamente evacuato.

Ma il sistema Berlier, come qualunque altro sistema pneumatico per aspirazione, porta con sè un difetto radicale, ed è la solidarietà

del funzionamento di tutte le latrine innestate sulla medesima condotta.

In fatti qualunque accidente nella canalizzazione sospende contemporaneamente il servizio in tutte le latrine, e senza parlare delle rotture di tubi, rarissime è vero ma lunghe a ripararsi, basta che nello evacuatore Berlier s'interponga il più piccolo corpo duro fra la valvola ed il suo appoggio, per occasionare una chiamata d'aria e sospendere l'evacuazione delle deiezioni contemporaneamente in tutte le latrine. Ora tale inconveniente è frequentissimo malgrado la griglia, e ciò che più monta è difficile il poter ritrovare la valvola che non funziona.

Nel sistema Waring le deiezioni sono cacciate direttamente dalla latrina nei tubi ed il trasporto richiede necessariamente gran copia di acqua e grandi pendenze, le quali devono raggiungere all'origine 0^m,03 per metro e mantenersi superiori a 0^m,002 per metro pei collettori principali. Con queste pendenze occorrono dei tubi di gran diametro, ciò che obbliga all'impiego dei tubi di terra cotta o di cemento per non cadere in spese eccessive; ora queste condotte, in un suolo così rimovibile come quello delle nostre città, espongono ad una manutenzione eccessiva, senza parlare dei gravi inconvenienti sotto il rapporto igienico ed estetico.

Fognatura ordinaria.

Nella fognatura ordinaria, colle chiaviche in muratura, l'inconveniente maggiore risiede non nella insufficienza di pendenza dei collettori, la quale senza inconvenienti può discendere al di sotto di 0,00075, ma nell'ingorgo dei canali secondari di presa alle latrine, poiché il nemico a combattere nella fognatura non è l'acqua cloacale ma tutti i corpi eterogenei che malgrado tutte le precauzioni finiscono per introdursi nei condotti ed ostruirli (Melisurgo, *Ingegneria sanitaria*, pagina 139), così nei corsi minori si è costretti di dover a furia di rastelli riversare i depositi che si producono nelle cloache, e di provvedere alla pulitura dei collettori maggiori con cacciate d'acqua, *bateauvannes* ed altri ordigni, ingegnosi bensì, ma costosissimi. Il difetto rilevato è dunque fondamentale.

§ II.

Considerazioni igieniche:

La conservazione delle fosse necessarie per assicurare lo scolo delle deiezioni, è poi consigliata a maggior riguardo dall'igiene. Infatti è nella fossa che si produce la fermentazione ammoniacale; ora se questa si fa a bassa temperatura ed in un liquido tranquillo, il carbonato di ammoniaca si discioglie nell'acqua ed arricchisce

il liquido cloacale di azoto; ma se le deiezioni sono gettate fresche nelle fogne, come nel sistema del *Tout a l'égout*, la fermentazione ammoniacale producendosi in meno di 48 ore nelle condizioni ordinarie di temperatura (Nota 2, B), le emanazioni sono considerevoli, specialmente poi in un liquido che scorre e che incontra salti e cacciate. In fatti un insigne igienista (1), non si peritò di affermare che *la città di Londra, Parigi e Bruxelles non sono città fognate, poichè vi si sente il puzzo di cloaca dovuto alla generazione dei gaz nel vasto spazio di quelle gran fogne, le quali sono interrite e piene di gaz mefitici.*

Appoggiandosi poi all'autorità dell'illustre Pasteur, il quale stabilì in modo inconfutabile, che le materie fecali fresche sono più pericolose delle materie fermentate; *si può concludere che il secondo difetto fondamentale del Tout à l'égout sta nell'immissione delle materie fresche nella canalizzazione.*

Pro fosse.

Nulla d'altronde di più erroneo dell'opinione, pur troppo accreditata, che le fosse in muratura siano un focolare d'infezione. — Loro si rimprovera a giusto titolo: *le fughe di gaz, l'odore delle latrine, gli inconvenienti notturni di vuotatura, l'inquinamento del sottosuolo.*

Ma di questo si deve ricercare la causa nella negligenza apportata alla loro costruzione piuttostochè al sistema stesso.

Le fughe di gaz sono facilmente evitate con sifoni idraulici costrutti razionalmente, ed il perfezionamento più efficace è certamente il prolungamento del tubo di scarico delle latrine, fino a pescare d'una lunghezza sufficiente nel liquido cloacale. In tal modo i gaz che si sviluppano nella fossa non possono sfuggire dalla latrina. Se poi, come ha dimostrato il Moigno, nella fermentazione al riparo dell'aria non vi è emissione di gaz, si è certi che a questo riguardo la soluzione è completa.

Così non si può dire dei sifoni attuali, i quali se sufficienti a trattenere i gaz delle fosse nelle condizioni normali dell'atmosfera, sono affatto inefficaci nelle rapide variazioni di pressione atmosferica, variazioni che raggiungono talvolta in poche ore 1/30 d'atmosfera, cioè 0^m,025 di mercurio, ossia 0^m,33 d'acqua. Perciò quando i liquidi sono saturi di gaz succedono delle emanazioni considerevoli a cui i sifoni attuali, con un affondamento nel liquido di tre a quattro centimetri, sono incapaci di porre riparo.

La sfiducia verso la fossa si è manifestata soltanto in questi ultimi anni, cioè dopo che l'uso

(1) RAWLISON, Presidente dell'Istituto Sanitario della Gran Bretagna, nella seduta del 23 settembre 1880.

dell'acqua potabile si è generalizzato nelle popolazioni urbane. Le fosse, fino allora di capacità sufficiente anche solo con vuotatura annua, divennero incapaci a raccogliere per così lungo lasso di tempo la quantità considerevole d'acqua che in esse s'immetteva, continuando il canale della latrina ad essere l'unico scarico delle acque domestiche. Dall'eccesso d'acqua nelle fosse, derivarono gli abusi dell'immissione diretta delle deiezioni nelle fogne, poi degli sfioratoi delle fosse e col crescere del consumo dell'acqua le amministrazioni furono a poco a poco trascinate ad adattarsi al *Tout à l'égout*; conseguenza che più tardi venne eretta in sistema, col maggior danno per l'igiene delle città, e col depauperamento delle campagne.

Si ripete adunque che le critiche fatte alle fosse mal costrutte sussistono come per i canali del sistema *Tout à l'égout* — Una cloaca massima unica viene sostituita a qualche migliaio di bottini.

Se vi è a ridire sulla dispersione delle fosse in muratura, ciò devesi attribuire alla poco loro diligente costruzione ed alla pessima qualità dei materiali impiegati.

Infatti, se si sono generalizzati i serbatoi d'acqua in cemento, le cisterne ed altre costruzioni in condizioni analoghe, perchè non si potranno costruire dei bottini egualmente impermeabili?

Certo non si può incriminare le acque cloacali, cariche di sostanze organiche, di nuocere alla presa della muratura, poichè è notorio che la calce ed i corpi organici formano sali che induriscono assai più che i cementi ordinari; a tutti è noto che il siero di sangue, come quello di latte, sono impiegati nella tempra a calce pella pittura degli appartamenti.

§ III.

Descrizione della fognatura ad aria compressa.

Il sistema da me propugnato per rimediare ai difetti radicali della fognatura ordinaria, quali sono *l'ingombro dei canali e la fermentazione delle deiezioni nella canalizzazione medesima*, è basato:

1° Sulla conservazione delle fosse, salvo a migliorarne la costruzione, e sulla loro sifonatura, come si dirà più particolarmente al Capo III.

2° Sull'applicazione dell'aria compressa per ottenere una pressione sufficiente nella tubatura e quindi una rapida evacuazione.

Col mio sistema il liquido cloacale dalle fosse passa nei tubi distribuiti lungo le vie, mercè un piccolo tubo, agente come un sifone. — Tutto il liquido cloacale d'un quartiere si raccoglierebbe

così in un serbatoio di piccole dimensioni. — Appositi congegni assicurerebbero il regolare funzionamento del sistema fra le fosse ed il serbatoio.

Quando il piccolo serbatoio, di un metro cubo circa, è riempito, mercè un apposito congegno a tiratoio, è dato adito all'aria compressa la quale spingerà il liquido cloacale nel tubo che deve condurlo fuori della città; vuotato il serbatoio, l'aria compressa finisce di agire e torna ad entrare il liquido, e così di seguito (1).

Si ottiene in tal modo l'automatismo nel servizio pubblico e si restringe l'opera dell'uomo alla sorveglianza e non più alla condotta degli apparecchi.

Altri benefizi, oltre quelli della continuità dell'evacuazione, risultano dall'applicazione dell'aria compressa alla fognatura.

I processi attuali della compressione dell'aria permettono di spingere senza inconvenienti, nè grande aumento di spesa, la pressione a due o tre atmosfere; ne consegue quindi una diminuzione sensibile del diametro dei tubi usati finora negli altri sistemi di fognatura. Infatti coll'aspirazione la depressione non può scendere sotto 2/3 d'atmosfera, e perciò il Berlier, come il Waring, non possono impiegare tubi d'un diametro inferiore a m. 0,120.

Ora essendo dimostrato che il liquido cloacale, fermentato e chiarificato col riposo, non richiede altri diametri che quelli occorrenti per una condotta d'acqua sotto la medesima pressione (Nota 2, g), si è certi di poter fare la vuotatura delle fosse con tubi di m. 0,040, tenendo conto di tutte le variazioni diurne dell'alimentazione (2) e che il diametro di m. 0,060 è sufficiente pei collettori secondari, e quello di m. 0,100 pei collettori principali che immettono negli espulsori pneumatici.

Un vantaggio della sifonatura e specialmente della condotta forzata è di permettere la posa dei tubi a poca profondità nel suolo, senza regola di pendenza, cioè seguendo tutte le inflessioni del terreno, mentre la costruzione delle chiaviche ordinarie, come la condotta Waring ed in un limite ristretto anche le condotte per aspirazione, esigono la regolarizzazione delle pendenze ed obbligano nella loro costruzione a scavi profondi ed a lavori costosi. — Questi scavi incagliano sempre la viabilità tanto nella costruzione, quanto nella manutenzione, e spesso volte sono causa di emanazioni deleterie.

(1) Questo sistema di propulsione venne perfezionato come sarà esposto in fine di questa memoria a § *Propulsione pneumatica.*

(2) Le tavole A, B, C, D, E, E^{bis}, F si trovano infine insieme al piano topografico della città.

Il maggior pregio della compressione sarà infine di poter dirigere le acque cloacali in tutte le direzioni intorno alle città, la canalizzazione non essendo più subordinata alla declività del suolo, e si potrà così estendere il beneficio della concimazione per irrigazione a zone inaccessibili cogli altri sistemi di fognatura, e ciò senza incorrere, come sarà dimostrato in seguito, in ispece sproporzionate al beneficio.

I motori ad aria compressa possono essere posti ad una distanza considerevole dagli apparecchi espulsori, e qualunque sia la estensione d'una città basterà un solo stabilimento per i motori. — E bensì vero che la distribuzione degli apparecchi espulsori nei diversi quartieri d'una città obbliga ad una seconda canalizzazione per l'aria compressa, ma questa è di un diametro assai più piccolo (1/3 di quello della condotta di eguale portata), per cui il suo costo (E, I, 6) è ben inferiore alla diminuzione di prezzo ottenuta sulla condotta delle acque cloacali. Le macchine per la compressione dell'aria sono assai più semplici e di dimensioni minori di quelle occorrenti per l'aspirazione. — Inoltre bisogna tener presente che, quando si abbiano dislivelli nel suolo superiori a m. 7,50 (corrispondendo a 2/3 d'atmosfera si è costretti a dividere il servizio in diversi bacini idrografici e provvedere a ciascuno singolarmente. Nulla di tutto questo col sistema dell'aria compressa e della sifonatura; il dislivello non influisce in modo alcuno.

Infine, col sistema della compressione, gli eventuali accidenti che si manifestassero durante l'esercizio sono senza gravità, poiché le fosse agendo come serbatoi, le riparazioni si possono fare senza che gli inquilini ne risentano disturbo: invece coll' aspirazione, la più piccola apertura rende tutto il sistema inerte e la fognatura è spesa in tutte le latrine innestate sulla medesima condotta.

CAPO II.

Dell'impiego del liquido cloacale.

§ IV.

Estimo del volume del liquido cloacale.

La difficoltà maggiore della fognatura consiste certamente nello smaltire in modo continuo la massa delle deiezioni, e ciò diviene un problema gravissimo di fronte al continuo incremento di popolazione delle nostre città.

Infatti il volume giornaliero delle deiezioni per 100,000 abitanti è al minimo di 126 mc., ora, se a questi si aggiungono le acque dome-

stiche di cucina e di pulizia questo volume è decuplicato, — e per popolazioni che godono di un abbondante uso di acqua potabile, raggiunge in media venti volte il volume delle deiezioni, cioè 24 litri per individuo, ossia 2400 mc. per 100,000 abitanti.

Esperienze dirette, fatte ultimamente in Torino, nei quartieri più ricchi della città, ove il consumo dell'acqua potabile non ha altro limite che la discrezione degli abitanti, hanno stabilito che la discrezione dell'acqua potabile si eleva da 45 a 50 litri per individuo e per giorno (1).

Irrigazione.

In presenza di questi volumi enormi non c'è più da discutere sull'impiego del liquido cloacale: tutti sono in favore dell'irrigazione sotto il doppio rapporto igienico ed industriale.

La difficoltà sta nel raggiungere lo scopo più economicamente ed utilmente possibile pella campagna, subordinatamente alle circostanze topografiche e climateriche dei luoghi, nonché alla costituzione del sottosuolo.

Depurazione.

Siccome l'agricoltura non utilizza in modo perenne le acque cloacali per l'irrigazione e non le richiede che in modo discontinuo e periodico, uno dei metodi più usati fu quello di limitare l'effetto della irrigazione non a vantaggio della produzione agricola, ma alla sola depurazione delle acque cloacali, limitando cioè la superficie delle terre irrigate al 1/4 ed anche al 1/10 di quella occorrente per l'utilizzazione di tutta l'acqua cloacale disponibile (Nota 6, a). — Tale teoria è sostenuta e combattuta con eguale animosità da celebrità scientifiche, ma pare che finora l'esperienza le sia piuttosto sfavorevole dal punto di vista igienico, ed in ogni caso la distruzione sistematica dell'ingrasso prodotto dalle città rimane una soluzione disastrosa dal punto di vista economico (2).

Estensione della concimazione alla massima zona concimabile.

La soluzione opposta alla precedente, cioè di estendere l'irrigazione alla massima zona possibile, limitandola tutto al più a quello che si potrebbe convenientemente concimare col liquido cloacale di cui si dispone, eviterebbe certo gli inconvenienti segnalati riguardo all'igiene pubblica, e l'agricoltura potrebbe ricavarne maggior vantaggio, poiché non tutte le coltivazioni richiedono la concimazione alla stessa epoca. Così le praterie si concimano d'inverno, i grani vogliono essere irrigati nelle epoche di siccità, e le ortaglie all'epoca della loro seminazione. —

(1) Comunicato dall'Ing. Zanetti, Capo del Servizio Tecnico della Società dell'acqua potabile.

(2) L. THOMAS, opera citata alla nota N. 3, d.

Ma siccome vi sono le epoche di gelo e di piogge, forza è di trovare il mezzo di dare sfogo temporaneamente alle acque cloacali, e si propone a tal uopo, pel caso della città di Torino, l'immissione nel Canale Cavour. Se si riflette che la portata di detto Canale è di 100 mc. al minuto secondo, e che lo smaltimento massimo delle acque cloacali, ammesso lo sviluppo di popolazione consentito dalla cinta attuale della città, non supera i 100 litri al minuto secondo (Tab. C, K), si resta convinti che tal grado d'inquinamento (0,000001 d'azoto) non può modificare lo stato sanitario dei paesi percorsi dal Canale, e le acque crude della Dora e del Po saranno vantaggiosamente migliorate per l'uso agricolo.

§ V.

Descrizione della condotta in campagna.

La distribuzione in campagna è progettata con una condotta in cemento affatto indipendente da quella della città. Le condotte della città immettono il liquido cloacale in colonne di pressione (fig. 6) all'origine delle condotte in cemento, col battente richiesto dalle condizioni topografiche, ed in modo che lo scolo sia regolato da una perdita di carico di m. 0,005.

Uguali colonne sono poste sulle diramazioni delle condotte secondarie, e affinché non siano esposte a colpi d'ariete nella chiusura od apertura delle valvole di scarico la valvola di presa delle condotte secondarie è formata di un cilindro verticale che scorre nella colonna, e chiude la condotta secondaria senza che cessi la comunicazione della condotta principale colla colonna di pressione. Non comportando questo studio un maggiore sviluppo, si sono riassunti nella Tabella D i dati idrografici indispensabili; la superficie delle zone, la quantità del liquido cloacale attribuito a ciascuna zona, infine le dimensioni della canalizzazione, non che la perizia del suo impianto.

La campagna di Torino, per la sua svariata giacitura, permettendo l'applicazione dei diversi metodi d'impiego per la concimazione, sia diretta che colla immissione delle acque cloacali nei canali d'irrigazione, si è fatto uno studio di ciascun metodo ad una zona di estensione sufficiente onde avere una media attendibile.

§ VI.

Numero di persone occorrenti alla concimazione di un ettare.

Ricercando poi la quantità di liquido cloacale occorrente alla concimazione di un ettare di terreno, si è ammesso col distinto agronomo Hervé-Mangon che una buona concimazione annua richiede 20 tonnellate di letame di stalla, contenente

0,004 d'azoto. Ora, secondo il Dumas, l'azoto contenuto nelle deiezioni giornaliere dell'uomo è in media di 20 grammi, cioè k. 7,30 all'anno, per cui, se i prodotti delle deiezioni fossero interamente usufruiti, la concimazione di un ettaro esigerebbe appena $\frac{20 \times 0,004}{0,0073} = 11$ individui.

Questa cifra, confrontata con quella della concimazione applicata in diverse grandi città, riesce alquanto meschina, poiché a Bruxelles si fa in base a 50 individui per ettare, a Milano 90, a Croydon 250, a Berlino 400, a Parigi 800. Ma queste concimazioni sono riconosciute come eccessive e non sempre salubri e costringono a coltivazioni speciali; inoltre le acque cloacali di coteste città non rappresentano che una debole frazione dell'azoto delle deiezioni.

Infatti il prelodato agronomo ci apprende che le acque cloacali di Parigi raccolte a Bondy rappresentano appena k. 1,40 d'azoto per individuo e per anno, cioè 1/5 circa di quello effettivamente riscontrato nelle deiezioni delle latrine. Si verifica dunque la disperdizione dei 4/5 dell'azoto, sia per infiltrazione nel suolo, sia per esalazione nell'aria, e ciò a completo detrimento dell'igiene, senza utilità alcuna per l'agricoltura. Sarebbe veramente doloroso se si dovesse continuare in questo spreco della ricchezza agricola coll'infezione delle nostre città. I risultati ottenuti dal Mouras, così chiaramente esposti alla Società degli Ingegneri dal Socio professore Fetterappa, permettono di sperare un'era nuova, in cui non solo il liquido cloacale possa essere raccolto meno infettante, ma eziandio assai più ricco di materie fertilizzanti (Nota 5).

A questo scopo mirano le fosse profonde (Nota 4, a), come pure la sifonatura e la condotta forzata dalla fossa al luogo di consumo delle acque cloacali.

Ritenuto che 23 persone bastino per la concimazione di un ettare, occorrerebbero 4500 ettari per usufruire vantaggiosamente le deiezioni di 100,000 abitanti, e la concimazione coi prodotti della città di Torino, collo sviluppo di cui è suscettibile nel limite dell'attuale sua cinta, potrebbe estendersi a 15,000 e più ettari, cioè alla zona di terreno compresa fra il Sangone, l'Orco ed il Po, per una larghezza media di circa 10 chilometri.

Come apparisce dalla Carta unita e dalla tabella D, tutta questa vasta zona è accessibile alle acque cloacali colla canalizzazione forzata senza nessun'altra azione meccanica che quella degli espulsori nell'interno della città.

Volume pel quale sono calcolate le condotte.

Quando la diluizione delle deiezioni, come si espose più sopra, è tale che le acque cloacali

raggiungono 24 volte il volume delle prime, il volume annuo di queste acque occorrenti per l'irrigazione, ritenuto 23 persone per ettare, sarebbe di 200 m.c. circa.

Stima delle condotte in campagna.

I preventivi dell'importo della canalizzazione in campagna, fatti senza un rilievo particolareggiato, non danno che una approssimazione *grossolana* della spesa; tuttavia quella approssimazione è sufficiente. Ancorché in un progetto definitivo questa spesa aumentasse, l'aumento non sarà tale da rendere inattuabile il progetto.

In fatti l'impianto della canalizzazione per la concimazione col liquido cloacale, condotto sul campo in un raggio massimo di 500 metri, nei limiti del volume determinato più sopra, come risulta dagli elementi dati dallo specchio D, I, non viene a costare che lire 50 per ettare, aggiungendovi le spese di manutenzione stimate al 10 %, si arriva al prezzo annuo per un'abbondante concimazione di L. 7,50 per ettare.

L'impianto delle *fosse a purin* riuscirebbe assai costoso con liquidi così diluiti, ma in circostanze speciali, cioè nel caso di un terreno impermeabile capace di contenere le acque cloacali senza dover murare queste fosse, esse diventano un ausiliare utilissimo, tanto più se si potrà usufruire in esse i concimi solidi provenienti dalle spazzature della città.

Il costo dell'impianto della condotta per l'irrigazione con innaffiamento di centimetri tre ogni dieci giorni, s'eleva a lire 200 per ettare; ora se si riflette che nel *Vercellese* si paga una annuità di lire 58 per ettare (Nota 6, b), ciò che rappresenta un capitale di lire 1000 e più, cioè una somma quintupla della precedente, risulta che rimangono disponibili lire 800 per far arrivare le acque d'irrigazione alla condotta per tubi, questo ben inteso, in uguali condizioni di giacitura e di coltura del terreno.

Nello specchio D, 7, si sono riassunte le spese dell'impianto e dell'esercizio dell'elevazione meccanica delle acque cloacali, per un'altezza di metri 25,00 e a ragione di 200 m. c. per ettare. Da questi calcoli risulta che la concimazione in quelle condizioni eccezionali verrebbe a costare lire 35,00 per ettare; volendo poi renderla più vantaggiosa colle fosse a *purin* questo prezzo si raddoppierebbe circa.

E opportuno osservare che si potrà in ogni caso elevare le acque cloacali ad altezza maggiore, senza essere perciò costretti a comprimere l'aria oltre alla pressione strettamente necessaria in città, e ciò con riprese successive dell'acqua per mezzo di nuovi espulsori ad aria compressa.

Immissione nei canali d'irrigazione esistenti.

L'irrigazione praticata in Torino nel quartiere di Vanchiglia, colle acque della bealera La Pellerina, arricchite di liquido cloacale, è un esempio rimarchevole dell'utilizzazione vantaggiosa che si può fare di questi liquidi colla minima spesa possibile. Non riescirà perciò nuova la proposta d'immettere le acque cloacali spinte dall'aria compressa, nelle importanti e più lontane bealere dell'*Abbadia* e bealera *Nuova*, le quali irrigano vaste zone di terreno.

L'importo limitatissimo di questi lavori, il quale non raggiunge le lire 20 per ettare, lascierebbe un largo margine all'Amministrazione Comunale di Torino per ottenere dagli utenti dei terreni concimati, un canone per quanto mite, che compenserà sempre le spese di questo genere di fognatura.

In fatti l'espulsione dalla città d'ogni metro cubo di liquido cloacale, viene a costare solo lire 0,015 (vedi E, III) e l'interesse dell'importo della canalizzazione interna (E, I) s'eleva appena a lire 0,025 per ogni m. c. di detto liquido, ossia in totale L. 0,04.

Siccome ogni m. c. di liquido cloacale contiene un chilogramma d'azoto, colla diluizione delle deiezioni in venti volte il loro volume di acqua, ne risulta il prezzo del chilogramma di azoto a lire 0,04, il quale rappresenta appena il 1/40 del valore commerciale dell'azoto, il cui prezzo è attualmente superiore a lire 1,60 al chilogramma.

Il prezzo del trasporto del liquido cloacale dalla fossa all'uscita della Città risulta così di lire 8,00 per 200 m. c. (volume attribuito nei calcoli ad ogni ettare di terreno per la sua concimazione) ed aggiunto all'interesse dell'importo delle condotte in campagna ed alle spese di manutenzione, porta il costo della concimazione, secondo le diverse soluzioni studiate, a:

- Lire 10,00 per l'immissione nei canali d'irrigazione:
- » 15,50 per la concimazione diretta;
 - » 38,00 per la concimazione delle fosse a *purin*;
 - » 35,00 colla elevazione meccanica fino a 25 metri;
 - » 60,00 colla elevazione meccanica e col sussidio delle fosse a *purin*;

Queste cifre, in presenza del costo della concimazione ordinaria col letame di stalla che ammonta a lire 100 = (20^t x 5,1⁰⁰) per ettare, ci sono arrate, malgrado l'indeterminazione di molti dati del problema che la fognatura in condotta forzata coll'aria compressa e continuata in campagna colla condotta in cemento, sarà

vantaggiosa sotto il rapporto economico, come lo sarà incontestabilmente sotto quello igienico.

§ VIII.

Impiego delle deiezioni poco diluite.

Condizioni topografiche, geologiche o climatiche speciali potranno alcune volte essere di ostacolo all'impiego delle acque cloacali nell'irrigazione. — Si dovrà in tali casi evitare la diluizione eccessiva delle deiezioni dell'acqua.

Difatti nessun processo chimico né meccanico è applicabile, industrialmente parlando, alla disinfezione o all'utilizzazione delle masse enormi di liquido cloacale che fanno l'oggetto dei paragrafi precedenti.

Il processo che finora ha dato la soluzione più soddisfacente sotto il rapporto igienico ed economico è senza dubbio la fabbricazione del solfato d'ammoniaca, ma perché la sua produzione non sia passiva, bisogna che la soluzione cloacale impiegata contenga almeno 0,002 di carbonato di ammoniaca, cioè che ogni m. c. di liquido cloacale dia un prodotto di 8^K,5 di solfato d'ammoniaca (Nota 2, a).

L'elevazione del titolo delle acque cloacali in carbonato d'ammoniaca essendo subordinata alla diminuzione dell'immissione dell'acqua nelle fosse, si potrebbe temere di giungere al grado che le deiezioni non si liquefacciano più nelle fosse.

I risultati però della fognatura di Lione, ove le deiezioni sono immesse con pochissima acqua in fosse profonde e vengono poi trasportate in un serbatoio centrale e respinte in seguito per mezzo d'una canalizzazione forzata all'officina della fabbricazione del solfato d'ammoniaca per tre chilometri e mezzo, ci sono garanti che la sifonatura e la canalizzazione forzata funzioneranno senza inconveniente di sorta (vedi nota 2, ab).

CAPO III.

Considerazioni generali ed economiche.

§ IX.

Impianto e riordinamento delle fosse.

Una delle considerazioni che faciliteranno l'applicazione della fognatura coll'aria compressa è certamente quella di apportare le minime perturbazioni possibili al sistema generalizzato delle fosse fisse.

Infatti nessuna modificazione è richiesta nell'interno dei fabbricati; la innovazione principia soltanto al bottino nel cortile, e per quelli in

buono stato si limita al prolungamento del tubo di scarico dalle latrine fino a pescare nel liquido della fossa mantenuta piena, ed al collocamento del sifone per la vuotatura automatica.

Apparisce da questo fatto la facile generalizzazione del sistema alle più svariate condizioni topografiche delle città, trattandosi che la canalizzazione è in condizioni affatto identiche a quelle delle condotte usuali per le acque potabili.

Indipendenza della sifonatura della canalizzazione forzata e di questa dalle condotte in campagna.

La completa indipendenza del funzionamento della sifonatura da quello della condotta forzata coll'aria compressa e di questa dalla condotta in campagna, permette di suddividere la fognatura in tre servizi distinti, con personale affatto indipendente ed ottenere così un utile controllo nell'esercizio.

Inoltre le competenze delle spese relative a queste tre categorie di lavori, si trovano naturalmente suddivise fra gli enti direttamente interessati al buon funzionamento della fognatura, cioè: ai proprietari delle case spetteranno i lavori della sifonatura e del riordinamento delle fosse, almeno per tutto quello che verrà stabilito sulla loro proprietà.

La canalizzazione forzata coi suoi accessori, cioè le macchine di compressione e gli apparecchi espulsori, sarà naturalmente a carico dell'Amministrazione municipale, essendo essa di interesse generale.

Infine le condotte in campagna che rispondono ad altro interesse, eccettuato ben inteso lo scarico di sicurezza, quale quello proposto per Torino, *coll'immissione nel Canale Cavour*, potranno formare oggetto di un consorzio fra gli utenti delle acque cloacali.

Nulla impedisce che in talune circostanze speciali si concentrino tutti e tre i servizi in una sola amministrazione, la quale riscuoterebbe i canoni voluti per la costruzione e l'esercizio dagli interessati, cioè dai proprietari, dal Municipio, dagli utenti del liquido cloacale. — Una unica amministrazione forse eviterebbe ogni sorta di recriminazioni. — Ad ogni modo l'indipendenza dei tre servizi assicura l'ottenimento dello scopo che colla fognatura si propone.

§ X.

Importo dello impianto in città.

Il costo della canalizzazione forzata, estesa in Torino al maggiore sviluppo possibile dell'abitato entro la cinta della città, ammonta (come apparisce dallo specchio E, I) a L. 1,500,000, e ciò nell'ipotesi della diluizione delle deiezioni in venti volte il loro volume d'acqua; nell'ipotesi

d'una diluizione doppia, cioè d'uno smaltimento giornaliero di 50 litri per individuo, si eleva a soli 2,000,000 (specchio E^{bis}, I), per cui riguardo alla differenza della spesa, relativamente piccola questa seconda soluzione dovrebbe essere scelta onde non esporsi all'ulteriore insufficienza della tubatura benché nella prima ipotesi non si fossero ammessi, per far fronte a temporari ed eventuali bisogni del servizio dei diametri d'una portata doppia di quella strettamente necessaria, e non si verificasse una diminuzione di densità nella popolazione dei quartieri centrali coll'estensione alla periferia. L'ingrandimento della città facendosi d'altronde progressivamente, ed in un periodo di tempo abbastanza lungo per poter sperimentare le condizioni della nuova fognatura, si avrà campo di modificare convenevolmente la tubatura della periferia a norma del bisogno, quella dei quartieri centrali non essendo esposta, come si è detto, ad aumento, ma anzi ad una probabile diminuzione di smaltimento.

Ritenuta una spesa media fra queste due soluzioni, si arriva al costo dell'impianto in città di L. $\frac{1,500,000 + 2,000,000}{2 \times 350,000 \text{ abitanti}} = \text{L. } 5,00$ per individuo.

Questa spesa è assai modica se si paragona a quella degli impianti ordinari per l'acqua potabile, nei quali si è speso generalmente di più senza ricorrere ad alcun mezzo meccanico. Inoltre non si verificheranno quelle variazioni di costo a cui le condotte d'acqua potabile vanno soggette per la varia giacitura della città, essendo nel caso nostro la pressione nella fognatura regolata a volontà dalla compressione dell'aria, e così gli stessi diametri di tubi potranno servire in diverse condizioni topografiche, per cui la cifra di L. 5,00 per persona può ritenersi sufficientemente approssimata per altre applicazioni.

Importo della sifonatura.

Alle spese considerate nella tabella (E, I) di spettanza municipale, si aggiungono le spese della sifonatura e del riordinamento delle fosse, le quali, come si è detto devono essere a carico dei singoli proprietari. Tali spese sono certamente elevate, tanto più se si continuerà nel sistema di avere una fossa per ciascuna casa, ma sarà possibile per grandi isolati, come per gruppi di piccole case d'avere un solo bottino collettivo comune, salvo ad avere al piè di ogni tubo di discesa delle latrine un piccolo serbatoio in metallo per fermare i corpi eterogenei (fig. 3). In tal modo il numero dei bottini di circa 7000 potrà essere ridotto almeno al $\frac{1}{3}$, cioè a meno di 2500. La spesa di costruzione di questi bottini collettori risulterà assai minore, come minore sarà quella della sifonatura. Il costo della sifonatura per un

bottino attuale, compreso il coperchio in ghisa e tutta la tubazione varia fra le L. 150 a 200 si aggiungano pure le spese di riordinamento dei bottini imperfetti e sarà facile persuadersi che la spesa risultante sarà inferiore, nel maggior numero dei casi, a quella richiesta dai lavori occorrenti per l'immissione diretta delle deiezioni nelle chiaviche, e ciò riguardo alle profondità che talora bisogna raggiungere per ottenere convenienti livellette, essendo nella fognatura ordinaria lo scolo unicamente assicurato dalla semplice pendenza.

Spese d'esercizio.

Per chi conosce le numerose applicazioni dell'aria compressa, per trasmissioni di forza a grandi distanze, fatte nel nostro paese nell'ultimo quarto di secolo, fra le quali la più importante è tuttora in esercizio a Bardonecchia per l'aerazione della galleria del Frejus, dopo aver servito al suo traforo, non può esservi dubbio sul regolare funzionamento della fognatura coll'aria compressa, il cui maggior pregio sarà di evitare ogni meccanismo apparente o rumoroso nell'interno della città. Infatti, com'è stato detto, tutte le macchine possono essere localizzate in uno stabilimento solo, posto in un punto qualunque della città, e la sessantina di espulsori richiesti nella suddivisione interna del servizio, sono apparecchi così semplici da richiedere soltanto una sorveglianza periodica onde accertarsi del funzionamento delle valvole.

Nella stima della forza motrice occorrente si è raddoppiata quella teorica strettamente necessaria, onde far fronte alle indeterminazioni, alle disperdizioni d'aria, ed agli attriti.

Il prezzo poi dell'unità dinamica (il cavallo-vapore) venne stabilito (specchio E, III) in base ai motori a vapore, onde evitare ogni contestazione sul valore della forza motrice idraulica di cui disponesi in Torino, la quale d'altronde non può che condurre a delle economie se verrà prescelta dall'Amministrazione.

Dal prezzo della forza occorrente per la fognatura, cioè di L. 0,04 per metro cubo di liquido asportato fuori la città, ne risulta la *spesa annua per individuo*, per l'evacuazione di 24 litri giornalieri, ossia :

$$a) \quad (0,024 \times 365) 0,04 = 0,35$$

b) Aggiungasi a queste l'interesse o l'ammortamento del capitale impiegato alla canalizzazione

$$5,00 \times 0,06 = 0,30$$

Si ha per l'evacuazione della città L. 0,65

c) Dai preventivi della conduttura in campagna esposti al § VI risulta per la spesa individuale

$$\text{L. } 15 \frac{8^{\text{m}} \cdot 2,75}{200^{\text{m}^3}} = 0,05$$

Il costo annuo della fognatura per individuo risulta di L. 1,30

Paragonando questa spesa a quella del sistema attuale di fognatura detto atmosferico, ci è facile stabilire che il costo per individuo risulta minore di quello che si aveva nell'epoca florida in cui si raccoglieva un Cessino appena dilungato dall'acqua strettamente necessaria alla pulizia delle latrine, cioè allorché si stimava il prodotto annuo della deiezione d'un individuo al 1/2 metro cubo.

Infatti un carro trasportando 15 ettolitri a 10 chilometri impiega più di mezza giornata e costa almeno 3 lire, cioè lire 1,00 per mezzo metro cubo; aggiungendo alla spesa di trasporto quella della aspirazione dalle fosse, la quale rappresenta un'altra lira, si arriva a lire 2,00 per individuo.

Dunque anche colla straordinaria diluizione delle deiezioni in 20 volte il loro volume d'acqua, il sistema di fognatura coll'aria compressa nulla lascerà a rimpiangere degli antichi sistemi. Tanto più poi se, come lo accenna così eloquentemente il chiarissimo prof. Fettareppa nella sua relazione alla Municipalità (alleg^o B) :

« *Rispetto ai bisogni dell'agricoltura, non si potrebbe trovare una soluzione più conveniente poichè la decomposizione dei residui umani d'ogni specie si farebbe senza alcuna perdita di principii utili, i quali si troverebbero per giunta in soluzione ed in stato assai più prossimo a quello dell'assimilabilità.* »

Un appunto si fa al liquido cloacale che esce dalla fossa Mouras: si dice che è soggetto a decomposizione al contatto dell'aria e che diventa di nuovo infettante, ma di questo non si ha nulla a temere, poichè col sistema di fognatura proposto il liquido passa dalla fossa in canalizzazione tubolare, e viene così portato al campo senza che abbia tempo di decomporci.

CONCLUSIONE.

Mentre la questione della fognatura vien rimessa in discussione non solo in Torino ma in tutti i grandi centri, financo nelle città ove il *Tout à l'égout* ha ricevuto la massima estensione (Parigi, Londra (1)) si veggono le ammini-

(1) Vedi nel *Journal des Debats* del 24 febbraio 1887 un notevole articolo del D. G. Daremberg sopra l'Assainissement de Paris, riportato dal *Corriere di Torino* 15 e 16 Marzo 87.

strazioni Municipali preferire il sistema *Tout à l'égout*.

Secondo noi tale concordanza di parere negli Uffici Municipali deriva naturalmente da circostanze di fatto che si possono rintracciare, e fra le altre citeremo :

1° L'esistenza delle fogne per le acque pluviali, le quali, come è stato detto al § II, coll'incremento dell'acqua potabile diventarono a poco a poco i canali scaricatori dell'eccesso del liquido cloacale, e le Amministrazioni col migliorarne successivamente le condizioni hanno coll'andare del tempo consacrato il *Tout à l'égout*; e ben si sa quanto difficilmente si rinuncia a quello che serve, per quanto difettoso esso sia.

2° A tutti è noto quanto poco sia adatta un'Amministrazione pubblica per l'esercizio di una industria.

Ora qualunque sia il metodo d'impiego delle deiezioni, eccettuata la concimazione diretta e l'ossigenazione completa della materia organica del suolo, viene a costituire una vera industria, e perciò vediamo spiegarsi la riluttanza delle Amministrazioni Municipali allorchè con nuovi sistemi di fognatura si cade nell'esercizio industriale.

3° Infine tutte le tendenze amministrative si riassumono nel voler fare lavori in cui ogni responsabilità con essi si eviti, e coi quali si possa tranquillamente provvedere.

Questo sistema eccellente in teoria ha cagionati soventi in pratica gravi e inutili spese.

Ma è giocoforza: 1° vincere le antiche abitudini, se si vuole rimediare seriamente alle gravi conseguenze di una cattiva fognatura.

2° Persuadersi che per quanto un Municipio voglia star lontano da opere che implicino una industria, deve però permettere e prendere in considerazione quelle opere che al bene pubblico accompagnano quello industriale e agricolo.

3° Rinunciare al pregiudizio dei nostri padri che soltanto con opere ciclopiche o romane credevano provvedere al benessere delle popolazioni, e permettere alle Autorità una comoda amministrazione. Attività e sorveglianza continua debbono presiedere alla cosa pubblica, la cui buona amministrazione risulta dal concorso di tutte le forze del paese.

Dopo tutto ciò, essendo dimostrato (come si accennò) da autorevoli persone che il sistema *Tout à l'égout* non sia quello più adatto a soddisfare le esigenze della fognatura d'una città, trattandosi di studiare un sistema che presenti gli inconvenienti più piccoli, non torni discaro alla cittadinanza torinese che io proponga il mio sistema ad aria compressa, e possa l'Amministrazione Municipale prendere in considerazione il mio lavoro.

§ III^{bis}

PROPULSIONE PNEUMATICA.

In seguito a nuovi studii, il sottoscritto, sul consiglio del Relatore della Commissione della Società, Ing. Martorelli, ha notevolmente modificato il sistema di propulsione pneumatica del liquido cloacale, combinando l'aspirazione colla compressione dell'aria. Con questo metodo il liquido può essere aspirato direttamente nelle fosse — quando le condizioni topografiche lo richiedono — o raccolto, come coll'azione dell'aria compressa sola, in serbatoi nei punti depressi, salvo a riprendere in questi il liquido cloacale con pompe pneumatiche a doppio effetto.

L'aspirazione diretta richiede qualche precauzione per evitare delle variazioni di livello nelle fosse che possono occasionare l'aspirazione dell'aria, a ciò si provvede colla regolarizzazione dell'aspirazione o col porre sulla bocca del tubo d'aspirazione una valvola, il cui funzionamento è assicurato dall'azione pneumatica alternata, come sarà descritto in seguito.

Gli apparecchi espulsori vengono così alquanto semplificati; in essi è soppresso ogni apparecchio automatico relativo alla distribuzione dell'aria, il servizio può così essere centralizzato nell'officina stessa presso i motori. — Gli espulsori non sono più che semplici recipienti di metallo, ai quali s'innestano i tubi di chiamata del liquido, la condotta forzata che serve a smaltirlo, infine il tubo dell'aria propulsatrice.

L'immissione e l'espulsione del liquido sono regolate dal giuoco delle valvole sulle bocche di questi tubi, le quali sono disposte in modo da non permettere il flusso del liquido che in una sola deiezione e gli impediscono l'accesso nel tubo dell'aria.

Per aspirare il liquido cloacale e respingerlo in seguito, onde evitare la doppia condotta d'aria si suddividono gli espulsori della città o d'un quartiere in due gruppi di numero uguale, innestansi tutti gli espulsori d'un gruppo sopra una unica condotta, e le condotte dei due gruppi vanno a convergersi ad una unica officina.

La capacità degli espulsori d'un gruppo e della condotta che gli riunisce essendo maggiore assai che non quella dei compressori, occorreranno quindi più colpi di stantuffo per ottenere nei gruppi la depressione e la pressione necessarie, e fa d'uopo ricorrere ad un commutatore onde invertire nelle condotte la corrente d'aria a ciascun colpo di stantuffo.

Raggiunta così la depressione minima e la compressione massima necessarie per l'aspirazione del liquido in un gruppo e la sua espulsione nell'altro, onde lo smaltimento sia continuo, bisognerà un secondo commutatore per invertire la corrente nelle condotte ogni qualvolta gli espulsori d'un gruppo saranno riempiti e quello dell'altro vuotati.

L'automatismo di questi due commutatori deve essere raccomandato pel primo al movimento dello stantuffo, e pel secondo alla variazione di pressione nelle condotte, o meglio alla variazione di livello degli espulsori per mezzo di galleggianti.

Osservisi che con questa divisione basta un solo apparecchio di distribuzione dell'aria nelle condotte, e che questo potrà essere collocato nell'officina, cioè, sotto la sorveglianza diretta del macchinista.

L'applicazione della doppia azione pneumatica, aspirazione e compressione, migliora assai il funzionamento e permette di conseguire una notevole economia nell'esercizio. Difatti permette la evacuazione delle fosse in condizioni altimetriche assai più variabili che non colla sifonatura a pendenza naturale; diminuisce di una atmosfera la pressione nei tubi pel fatto dell'aspirazione. Infine il coefficiente di rendimento dei compressori, ossia degli espulsori è raddoppiato, poichè si viene ad utilizzare la completa espansione dell'aria compressa, trattandosi che è sempre la stessa massa d'aria che agisce nella tubulatura e negli espulsori.

(Vedi sulla Tavola in fine al fascicolo, il tipo schematico della distribuzione dell'aria (fig. 4), il tipo delle fosse a aspirazione diretta (fig. 2), in fine il tipo delle fosse sifonate (fig. 1, 3).

La Fig. 6 rappresenta le colonne regolatrici di pressione sulle condotte in campagna.

NOTE

NOTA 1^a.

Conseil de salubrité de la Province de Liège (*Des moyens de recueillir et d'utiliser les engrais des villes*, par J. P. SCHMIT. — Liège, 1850):

a) *Conclusions* (page 27): Dans nos grandes villes le service des vidanges doit être fait en prenant pour base le principe: *Que toute perte d'engrais doit être, autant que possible, prévenue par les réglemens*;

b) La déjection, dans les égouts publics, des matières fécales et des urines doit être sévèrement interdite;

g) Les autorités doivent concourir à l'établissement de fosses et de dépôts modèles, autour des centres populeux, pour répandre au loin dans les campagnes l'engrais humain et l'engrais balayure;

d) Le Gouvernement et les Communes doivent favoriser par tous les moyens possibles les transports des matières fécales et des urines;

e) (§ 139) Il faut, pour étendre le marche du produit des fosses, ne pas attendre que le cultivateur vienne les acheter sur place, ou même dans un seul dépôt, dont il est souvent fort éloigné; *Il faut les lui transporter, pour ainsi dire, dans ses champs et attirer son attention sur les avantages de cette fumure*;

l) (§ 314) Dans les Flandres, la gadoue, avant d'être répandue sur les terres, subit une fermentation dans les fosses que les fermiers construisent à proximité des champs, ou le long des voies navigables qui servent au transport des matières; ces réservoirs sont tous voutés et forment une vraie citerne: ce sont des fosses rectangulaires en terre et briques, ayant une capacité de 20 à 30 mc.

NB. Questi savii provvedimenti, di cui la città di Liegi prese l'iniziativa, e che venne rapidamente seguita da altre città belghe, hanno certamente molto contribuito alla floridezza delle campagne di questo paese, il cui reddito, colla coltura intensa, sorpassa d'assai quello che si ottiene dalle migliori terre dell'Italia settentrionale.

NOTA 2^a.

Communiqué par M. BURELLE, Ingénieur-Directeur de la Société mutuelle des propriétaires pour la vidange à Lyon:

a) L'hiver la vidange est vendue au dépôt à raison de 2 à 3 francs le mètre cube, et on y fait une recette qui s'élève jusqu'à 1500 francs par jour.

En été l'on fabrique le sulfate d'ammoniaque, on y traite par jour 650 mc. de liquide cloacal et l'on en retire 3500 Kg. de sulfate.

La teneur du liquide cloacal en carbonate d'ammoniaque, pour être traité avec profit, doit être au moins de 0,002 et le rendement en sulfate de Kg. 8,50 par mètre cube;

b) La fermentation ammoniacale à la température ordinaire se produit en moins de 48 heures;

g) Les matières solides des déjections, après un séjour suffisamment prolongé dans les fosses profondes, se réduisent au 7 % du volume total des matières cloacales; le liquide cloacal qu'on en retire est versé au dépôt, puis aspiré dans celui-ci par une pompe ordinaire, pour être envoyé par un tube de 0,15 à l'usine, laquelle se trouve à une distance de trois kilomètres et demi; cette conduite a pu être calculée comme une conduite d'eau ordinaire.

NOTA 3^a.

Sulla ricchezza delle deiezioni in azoto (vedi *Comp. Dict. des Arts et Manufactures*, LABOULEY — *Egouts*, par HERVÉ-MANGON):

a) Les produits de la voirie d'une ville sont:
1° Les boues et les immondices recueillies sur la voie publique;
2° Les matières extraites des fosses d'aisance;
3° Les eaux d'égout.

I. La première classe de ces produits fort encombrants, sont consommés dans une zone étroite et font concurrence aux engrais par leur bas prix.

Ils contiennent 0,006 d'azote (*).

II. La teneur en azote des matières de la deuxième classe a été déterminée à Paris, non pas à la fosse, mais aux réservoirs de Bondy, et de manière à représenter la moyenne de tous les produits; l'on a trouvé que un mètre cube de vidange contient 4 kilogrammes d'azote, le volume moyen annuel des déjections par individu résultant au dit réservoir de m³ 0,354; il s'en suit que le produit en azote est de

0,354x4 Kg. = Kg. 1,416 (**)

III. Les eaux d'égout contiennent Kg. 2,00 de matière en suspension par mètre cube, qui représentent Kg. 0,058 d'azote par mètre cube (***)

b) (Vedi *Semaine des Constructeurs*, 24 octobre 1885). Bien que ces eaux soient très utiles à l'irrigation, la propriété privée s'est toujours refusée à leur utilisation, parce qu'elles occasionnent des encombrements sableux sur le sol.

Le volume de ces eaux s'élève annuellement à Paris à 36,000,000 de mc., et le volume des matières en suspension est de 72,000 Tonn.; comme la surface des rues est de 8,500,000 mq., le poids de la matière désagrégée et transportée résulte par mètre carré et par an de Kg. 0,847. (Le pavage est fait pour la plus grande partie en grès grossiers de Fontainebleau);

d) D'après la statistique les 2,000,000 d'habitants de Paris consomment annuellement, en nombre rond:

300,000 Tonnes de pain	soit par habitant Kilog.	150
500,000 » légumes,	»	250
800,000 » substances végétales,	»	400
300,000 » viande,	»	150
1,100,000 »	»	550

On en déduit la consommation d'azote par individu, re-

g) (*) L'on peut estimer le produit moyen annuel des balayures d'une ville à 1/3 de mètre cube par habitant; en admettant que le poids du mètre cube de ces matières soit de 500 Kg., il en résulte que la production annuelle par individu sera de ce chef de un kilogramme 1,00

(**) L'azote contenu dans la vidange à été estimé par individu 1,416

(***) L'azote contenu dans les eaux d'égout résulte par individu et par an de $0,006 \times \frac{36,000,000}{2,000,000} = 0,104$

Poids total de l'azote utilisable par individu et par an 2,520

Ce chiffre contient l'azote du aux chevaux, dont les urines passent à l'égout, et la fiente aux balayures.

tenant que les légumes en contiennent en moyenne 1,5 % et la viande 3 % :

Kilog. 400X0,015= Kilog. 6,000
 » 150X0,003= » 4,500
 Total par individu et par an » 10,500
 Soit par jour $\frac{10,500}{365}$ = grammes 28,75.

DUMAS a trouvé par voie directe que la consommation individuelle et par jour est de 29 grammes d'azote.

D'après le même auteur l'on retrouve dans les déjections humaines : gr. 14,5 d'azote dans l'urine, et gr. 5,5 dans les matières fécales, c'est-à-dire à peu près les $\frac{2}{3}$ de l'azote consommé.

Un cheval produit par jour 100 gr. d'azote.

D'après M. LEON THOMAS, *rapporteur de la chambre Syndicale des produits chimiques de Paris sur les projets de la ville relatifs à l'épandage des cours d'égout et l'évacuation des vidanges*, sept hommes produisent la même quantité d'engrais qu'un boeuf.

Les 35,000,000 d'habitants de la France équivalent donc à 5,000,000 de têtes de bétail et comme il n'y a que 15 millions de têtes de bétail et de chevaux, on peut dire *qu'en France l'engrais humain équivaut au tiers de la production totale du fumier de ferme.*

NOTA 4^a.

a) GAYON (*Revue des deux mondes*, 15 décembre 1884, p. 857). Dans la fermentation du fumier à l'air libre la température s'élève jusqu'à 80° et il se dégage des torrents d'ammoniacque ; à l'abri de l'air, la température ne s'élève qu'à 30°, et il se dégage des carbures d'hydrogène inutiles à la végétation ;

b) L. PAGLIANI, *Fognatura cittadina (Enciclopedia delle Arti e Industrie — Ingegneri PARETO e SACHERI. ERISMAN* La composizione dei gas che si sviluppano dalle fosse chiuse è

Gas acido carbonico	313 litri,	pari a grammi	619
Ammoniaca	148 » » »		113
Acido solfidrico	1,3 » » »		2
Carburi d'idrogeno	580 » » »		415
Totali m ³	1,042	»	Kg. 1,149

g) *Coefficients de solubilité de ces gaz dans l'eau*, d'après BUNSEN et CARIUS (vedi *Agenda du Chimiste* par WURTZ):

	Température	0°	10°	20°
Ammoniacque		1050	800	650
Hydrogène sulfuré		4,4	3,6	2,9
Acide carbonique		1,8	1,2	0,9
Carbures d'hydrogène (gaz des Marais)		0,05	0,04	0,035
Id. (gaz oléfiant)		0,26	0,18	0,15
Air atmosphérique		0,025	0,019	0,017

NOTA 5^a.

Fognatura di Torino, allegato B, professore FETTARAPPA (1883):

XLIII. La estrema diluzione dei rifiuti umani riesce somamente appropriata alla loro utilizzazione per mezzo della irrigazione, l'assorzione essendo tanto più completa quanto maggiore è la diluzione dei materiali sui quali si esercita l'assorzione.

Fosse Mouras, id. id.

Le deiezioni umane liquide e solide, frammiste insieme contengono i principii della loro fermentazione e diluzione, per cui poste fuori del contatto dell'aria in recipienti chiusi, si decompongono in modo che le parti solide si stemprano e si disciolgono in un tempo relativamente breve (un mese circa), formando un liquido omogeneo che non deposita e non imbratta le pareti. Tale decomposizione si fa *senza sviluppo di gaz*, ed il liquido esce dall'apparecchio chiuso al sopraggiungere di nuovi materiali, non tramandando che un leggero odore di solfidrato d'ammoniaca. La quantità d'acqua favorisce tale processo di decomposizione e colla sua sovrabbondanza l'odore del liquido scompare.

NOTA 6^a.

Irrigazione. — a) FREYCINET, *Emploi des eaux d'égout de Londres*.

Le produit agricole maxima et une excellente dépuración sont obtenus par une irrigation annuelle de m. 1,00 d'eau sur le terrain.

On obtient un produit agricole moyen et une dépuración convenable avec m. 2,00 d'eau par an.

Enfin l'on n'obtient plus qu'un faible produit et l'on rejoint le volume maxima d'eau dépurable avec m. 4,00 d'eau sur le terrain par année ;

b) Nel Vercellese, il modulo di 100 litri al minuto secondo si paga L. 2200 all'anno. Con un modulo si irrigano 38 ettari, ossia si richiedono litri 2,64 al minuto secondo per ettare, il che rappresenta uno strato annuo d'acqua di metri 8,30 ; il prezzo dell'acqua per l'irrigazione di un ettare risulta così di Lire $\frac{2200^L}{38^{ett.}}$ = 58,00.

Si vedano al fine del fascicolo le tavole A, C, D, E, E^{bis}, F e la pianta di Torino.