

## L'INGEGNERIA CIVILE

R

## LE ARTI INDUSTRIALI

PERIODICO TECNICO MENSILE

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

## LA FOGNATURA DI TORINO

## MEMORIA

LETTA ALLA

SOCIETÀ DEGLI INGEGNERI E DEGLI INDUSTRIALI

in adunanza 21 novembre 1884

dal socio G. B. FERRANTE.

Egregi Colleghi,

Nel recente Congresso degli Ingegneri ed Architetti Italiani fu presentata dimanda che si esaminasse il progetto di fognatura allestito per cura di una Commissione nominata in seno al nostro Consiglio Comunale, progetto che figurava all'Esposizione Nazionale nel padiglione della Città di Torino. I congressisti, che la Presidenza avea incaricati di riferire al riguardo, non poterono a meno che rispondere essere loro assolutamente mancato il tempo di formulare un giudizio, epperò, come dicesi in Parlamento, *l'incidente non ebbe seguito*.

Ma parmi che possa con molta utilità aver seguito nelle riunioni della Società nostra, poichè il problema della fognatura, posti pochi postulati d'igiene, è cosa tutta da ingegneri, ed involve questioni che dell'ingegneria riguardano parecchie applicazioni: noi d'altronde, come abitanti di Torino, abbiamo, nel caso particolare di cui si tratta, un interesse speciale, perchè della fognatura più o meno ben fatta risentiremo i benefici od i danni; ad ogni modo dovremo concorrere a pagarne le spese.

Dicendo il *problema della fognatura* intendo accennare ad un esame della questione preso da un punto di vista elevato forse più che non si considerasse nella domanda rivolta al Congresso; intendo cioè non l'esame del progetto di fognatura quale fu allestito in base ad un programma dato, ma l'esame del programma stesso. Il progetto (1), il cui autore è un nostro socio, mio antico condiscipolo ed amico, è redatto con ogni diligenza ed amore e con uno studio compiuto della materia, ond'è, sotto l'aspetto tecnico, cosa ottima tanto da non parer fatto nel tempo breve che vi fu destinato; — il punto da esaminare è a parer mio se la soluzione *teorica* del problema, di cui il progetto è la soluzione *pratica*, sia la migliore.

Siccome una discussione qualunque non si fa senza un punto di partenza, ho preso l'iniziativa di riassumere nella presente memoria lo stato della questione, la quale forse a parecchi fra i soci è men conosciuta, perchè estranea all'atmosfera delle loro ordinarie occupazioni; ma io stesso in molti particolari non la conosco che da *dilettante*, se la parola è abbastanza decante, trattandosi di tale materia. Molti colleghi potranno portare nella trattazione di essa il tributo di speciale competenza: accenno in modo precipuo all'autore stesso del progetto allestito a cura della Commissione Municipale, ed all'antico capo dell'Ufficio di arte che per anteriori studi ne potè indicare le basi, i quali sono ambidue nostri soci assidui, come lo è chi fu incaricato di esaminare uno dei lati importanti del pro-

blema, quello dell'attitudine delle terre a ricevere le colature della città (1).

Io esprimerò sui vari aspetti della questione i miei pareri ed i miei dubbi, molti potranno rischiarare questi e combattere quelli; dall'urto delle idee deve sorgere la luce.

Aggiungo come un altro socio abbia or ora stampato sull'argomento una memoria (2) da me conosciuta troppo tardi per trarne profitto, la quale esamina un lato speciale ed importantissimo della questione con un bel corredo di dati numerici, a proposito dei quali devo dire che io dei numeri non ne ho fatti, per molti particolari mancandomene gli elementi; e le questioni di spesa e simili ho guardato sotto un punto di vista sommario, in quei limiti cioè nei quali sembrami che se ne possa giudicare a semplice intuizione: se la Società, prendendo interesse al problema, incaricherà alcuni soci di esaminarlo, si potrà allora fra parecchi mettere insieme quei dati che devono dare alla trattazione l'impronta e la dignità d'un lavoro d'ingegneri.

\*\*

Per coloro che hanno meno familiarità coll'argomento, è opportuno premettere in qual modo è attualmente risolto in Torino il problema della fognatura, che nel più ampio significato della parola consiste nel raccogliere e trasportare fuori dell'abitato le immondezze che in esso si generano, e precipuamente gli escrementi umani, che ne formano la massa più considerevole e più difficile da trasportare.

In una porzione della città esiste una rete di canali sotterranei, cui più propriamente il nome di fogne si conviene, i quali ricevono le immondezze direttamente dai doccioni dei cessi e degli acquai, e per la maggior parte le versano in Po: una piccola parte le indirizza ad un canale, che le porta ad irrigare i famosi *prati di Vanchiglia*, adiacenti all'abitato presso il sobborgo omonimo. Dove non esistono i detti canali, le materie immonde si raccolgono in recipienti murati, stabiliti sotterra, da noi detti *pozzi neri*, ai quali si dà pure qualche volta, sebbene impropriamente, il nome di fogne, e che i Toscani chiamano *bottini*; da codesti recipienti, dopo un soggiorno più o meno prolungato, le materie si estraggono, e si trasportano con carri alla campagna.

I canali sono praticati al disotto di altri, i quali portano le acque meteoriche e quelle destinate alla pulizia e ad altri bisogni della città (la dotazione delle antiche *doire*); questi secondi nel nostro linguaggio municipale sono chiamati *canali bianchi*, quelli *canali neri*: fra gli uni e gli altri esistono bocche di comunicazione, abitualmente chiuse, ma che possono aprirsi affinchè le acque dei bianchi lavino i neri, e ne impediscano gli ingorghi. La canalizzazione o fognatura, incominciata in piccola porzione fino dal 1726, ma sviluppata solamente dopo il 1840, fu sospesa nel 1860, perchè parve presentare degli inconvenienti: massimo fra questi l'inquinamento del Po, considerevole quello del disperdimento di tante sostanze utili, per non dir necessarie, all'agricoltura. Smessa nell'anno ora detto la costruzione dei canali neri, fu continuata quella dei bianchi, i quali si hanno ora in quasi tutte le vie della città, ed anche in parecchie che esistono soltanto in parte od in embrione.

(1) Vedasi: *Ingegneria Civile*, 1884, a pag. 72 e 109.

(2) Alludesi all'Ing. Givogre, della cui memoria diamo pure il sunto bibliografico in questo fascicolo.

(Nota della Direzione).

(Nota della Direzione).

(1) Vedasi il cenno bibliografico in fine di questo stesso fascicolo.

I bottini dovrebbero, a termini del regolamento edilizio, essere murati con certe diligenze destinate a renderli impermeabili, ma queste nè sono sufficienti allo scopo, nè sono, si può dire, mai osservate dai costruttori, per l'incuria colla quale abitualmente si lavora, e perchè la massima parte della gente, pur di spendere il meno possibile, poco si preoccupa di quel che sia per avvenire. Vi ha di peggio: molti bottini sono appositamente fatti in maniera da perdere i liquidi. Coll'introduzione dell'acqua potabile, che per le latrine e per gli acquai di cucina va nei bottini in gran copia, questi si riempiono con grande rapidità, e lo spurgo loro, che una volta occorreva assai di rado e non costava, perchè il lavoro era compensato dal valore della materia estratta, ora è necessario ad ogni momento ed è causa di spesa, perchè le deiezioni, diluite in grandissima quantità d'acqua, più non trovano compratori. I liquidi immondi, perduti dai bottini, vanno ad inquinare i pozzi d'acqua viva, con grave danno della pubblica salute: oggi si può dire che fra i pozzi della città, non ve n'è oramai alcuno da cui si attinga un'acqua veramente propria ad essere bevuta. Nè l'inquinamento delle acque è il solo male arrecato dai nostri attuali bottini, perchè le materie in essi raccolte, dimorandovi un tempo più o meno lungo, vi entrano in fermentazione, e sviluppano gas nocivi, che, risalendo per i doccioni delle latrine e per i tubi degli acquai, vanno ad infettare le abitazioni. Nei bottini perdenti il male è anche aggravato da ciò che i solidi, rimasti soli, fanno così poco volume che grandissimo tempo trascorre prima che occorra esportarli, essendo le dimensioni dei recipienti ordinariamente regolate in maniera da contenere anche le urine e le acque di cucina, che ordinariamente cadevano in essi prima dell'introduzione dell'acqua potabile. Ora, più lungo tempo rimangono accumulate le materie, e maggiore è il danno delle loro esalazioni.

Negli ultimi anni alcuni proprietari, desiderando di non arrecare danno a sè ed ai vicini coll'inquinare le acque dei pozzi, ma cercando in pari tempo di evitarsi l'incomodo e la spesa delle frequenti vuotature, credettero di risolvere il problema in questo modo: murarono i bottini colle diligenze credute atte ad impedire che perdessero dal fondo e dalle pareti, ma nella loro parte superiore praticarono un foro munito di tubo conduttore, da cui i liquidi, raggiunta una certa altezza, sfuggissero ed andassero, insieme colle acque meteoriche, nei condotti a queste destinati, o canali bianchi. Ma con ciò, scansando il danno del sovrachio ed immediato inquinamento delle potabili, hanno mantenuto, ed in forti proporzioni, quello della lunga permanenza delle materie solide, colla conseguenza dell'attiva fermentazione, e del maggiore sviluppo di gas perniciosi.

Oltre ai due danni dell'inquinamento delle acque, e della permanenza di nocive emanazioni, il sistema dei bottini produce quelli che derivano dal vuotamento e dal trasporto delle materie. Il vuotamento facevasi una volta a mano da uomini, i quali, scesi nel bottino, collocavano le materie in secchie, che ad una ad una erano tirate su da altri uomini e vuotate in botti o caratelli collocati su carri, che li trasportavano a destinazione. Il lavoro di vuotamento apprestava l'aria circostante in maniera da procurar sempre incomodo gravissimo, talvolta funeste conseguenze; il trasporto poi colle botti mal chiuse, ed insudicate all'esterno dal versamento delle secchie, lasciava uno strascico tutt'altro che confortevole. Da alcuni anni si introdusse quindi il sistema dell'estrazione pneumatica, che si effettua in due modi. Col primo si usano botti nelle quali si fece preventivamente il vuoto, le quali, poste col mezzo di un tubo in comunicazione col bottino, ne succhiano le materie: il secondo modo consiste nel succhiare queste direttamente col lavoro di trombe idrauliche. Nè l'uno nè l'altro sistema rispondono con troppa esattezza al nome d'*inodoro* di cui si fregiano: il secondo meno che il primo. Il sistema poi delle botti pneumatiche ha lo svantaggio, ben grande per sè, e più perchè molto imperfettamente adoperato, che estrae le materie soltanto da profondità limitatissime, epperò è soventi volte del tutto inapplicabile; quasi sempre non arriva a vuotare il fondo del bottino. Pertanto, siccome i li-

quidi rispondono primi alla succhiatura, i solidi vanno accumulandosi al fondo, così facendo permanenze lunghissime e dannose, come si è detto.

Ai bottini si appone ancora un'accusa, che non credo grave, ma è giusto riportare. Una parte delle materie da essi estratte non va direttamente alle campagne, ma a certe vasche di deposito, nelle quali si liberano dalle acque soverchie e poscia si estraggono, sia per venderle a chi le cerca, sia più che tutto per assoggettarle a procedimenti tecnici per la fabbricazione di concimi e di altri prodotti industriali. Codeste vasche sono sorgenti di cattivi odori che si spandono ad una certa distanza.

\*\*

La Commissione Consigliare, incaricata di studiare il modo di togliere i danni dell'attuale stato di cose, presentò il risultato dei suoi lavori in una voluminosa relazione, che fu data alle stampe e contiene il voto motivato della maggioranza e della minoranza dei Commissari, in ciò solo unanimi che si debbano abolire gli attuali bottini perdenti, e si cessi di gettare permanentemente le acque immonde nel Po. Ma mentre la minoranza, con relazione scritta dal chiarissimo signor prof. Sobrero (1), propugna il sistema di bottini impermeabili con relativa estrazione periodica delle materie, e loro trasporto con carri alla campagna, la maggioranza, con un lunghissimo scritto dell'illustre senatore Pacchiotti propone al Consiglio di riordinare una gran rete di fogne, che raccolgano tutte le deiezioni della città e le mandino sopra una campagna destinata ad essere permanentemente fecondata, ed a servire con ciò di mezzo depuratore delle acque immonde. La campagna scelta, dell'estensione di 2500 ettari, trovasi fra la sponda sinistra del Po e la strada di Milano, ed è formata in parte da territorio della stessa città di Torino, dove sono i già nominati prati di Vanchiglia, il Parco, e le borgate di Bertolla e della Badia di Stura, in parte su territorio di Settimo Torinese. Pel caso che continuasse l'incremento della popolazione, si prevede l'ampliamento della superficie irrigabile fino al di là di Brandizzo.

La relazione Pacchiotti è integrata da due minori rapporti, uno del nostro socio professore Fettareppa (2), che parla dell'attitudine della campagna proposta per ricevere e depurare le materie, l'altro dell'altro nostro socio ingegnere Boella, autore del progetto, che questo spiega nei suoi particolari tecnici ed economici.

\*\*

La proposta della minoranza, come dicono i proponenti stessi, è solamente praticabile al patto di abolire quasi del tutto l'uso dell'acqua nei gabinetti di ritirata. Ciò, ommesse altre considerazioni, vorrebbe dire rinunziare all'uso dei sifoni, che sono il mezzo più efficace per impedire che i gas dei bottini salgano nelle abitazioni, e rinunziare agli apparecchi inodori *all'inglese*, i quali tengono un posto così considerevole nelle odierne abitudini di pulizia e di ciò che si chiama il *confortevole*. In conseguenza mi sembra che, senza ulteriore esame, il sistema della minoranza della Commissione, così com'è formulato, si possa dire inammissibile.

\*

Tuttavia anche l'altro sistema, quale è proposto, presenta il fianco a gravi appunti, che fanno temere non forse venga gettata, coll' eseguirlo, grandissima somma di danaro senza ottenerne i vantaggi corrispondenti. Non è mia intenzione passare in rassegna la proposta in tutti i suoi particolari, alcuni dei quali sarebbero per avventura suscettibili di opportune modificazioni; mi limito all'esame del principio generale che la informa.

È questo che, onde le deiezioni raccolte nelle fogne si muovano per raggiungere la loro meta, debbono essere spinte da grande quantità d'acqua, epperò non solamente

(1) Di questa relazione abbiamo pure fatto cenno sommario in fine di questo fascicolo. (Nota della Direzione).

(2) Quella stessa stata in gran parte riprodotta a pag. 72 e 109 di questo periodico. (Id.).

è necessario che una provvista abundantissima ne sia posta a disposizione dei proprietari e degli inquilini, e che questi ne usino largamente per la pulizia delle latrine, ma conviene ancora che alle fogne si dirigano tutte le acque disponibili, cioè quelle introdotte in città per i vari servizi, ed eziandio le meteoriche. Per ciò abbandono del sistema della doppia canalizzazione per tener separate le acque così dette *bianche* dalle *nere*, e formazione d'una *canalizzazione unica*, la cui portata, in circostanze ordinarie, si manderebbe *tutta* sulla campagna d'irrigazione ed epurazione. Tuttavia il progetto ha dovuto prevedere il caso in cui, per piogge prolungate e violente, la campagna potrebbe venire inondata, ed ha combinato certi scaricatori, che in tali casi libererebbero le fogne dalle acque eccedenti, mandandole direttamente in Po ed in Dora.

Per compiere nelle parti più essenziali la sommaria indicazione del progetto, bisogna aggiungere che vi si sono introdotti altrettanti apparecchi intercettatori a sifone dappertutto dove le fogne riceverebbero le immissioni delle latrine, degli acquai e delle botole di raccolta dell'acqua piovana, affinché da codeste botole e dai doccioni non rimontino i gas nelle vie e nelle case. Ancora alcuni alti camini, atti a produrre una ventilazione artificiale, provvederebbero a rinnovare l'aria nelle fogne, quando ve ne fosse il bisogno.

Ora, gli appunti di principio che si possono fare al progetto sono, a mio credere: che con esso non si toglie l'inquinamento dell'acqua dei pozzi, nè del tutto l'espandersi dei miasmi: che si rende difficile la condizione delle campagne destinate a ricevere le acque e le deiezioni, che di queste finalmente si perde sempre una parte.

Non si toglie l'inquinamento dei pozzi. Infatti per portare tanta copia d'acqua, le fogne hanno bisogno d'essere grandi, ed in realtà sono progettate con larghezze che dal *minimum* di m. 0,65 vanno a m. 2,00; 2,10; 2,40 e 3,00. Con siffatte grandezze le fogne, salva spesa enormissima, non altrimenti si possono costruire che con opera muraria, la quale per la sua rigidità è eminentemente fratturabile. Non fa d'uopo dire che è opera muraria e fratturabile eziandio il *getto di cemento*, proposto nella relazione per una parte del lavoro. Nel suolo accadono continui movimenti, nei quali è impossibile non succedano fenditure in manufatti adagiati sopra, e sprovvisti si può dire di elasticità, con dimensioni di lunghezza grandissima a paragone della grossezza, e composti di tante tratte, che l'una l'altra si incrociano. Una volta avvenute delle fessure, conseguono i trapelamenti, tanto più che si avranno delle tratte nelle quali sarà sempre molto lento il moto delle materie: basta accennare tutti gli incontri di canale con canale, specialmente dei minori con quelli di maggiore importanza, incontri che avvengono quasi sempre ad angolo retto. Il signor dott. Pacchiotti afferma nella sua relazione che i canali, purchè ben fatti, non perdono; per parte mia io credo di poter asserire senza esitazione che perdono sicurissimamente: scavando attorno a vecchi canali di fognatura, si trovano le terre annerite e manifestamente inquinate a molti metri di distanza ai lati, l'inquinamento non ha limiti nel senso della profondità. Il signor dott. Pacchiotti asserisce che la moderna ingegneria non ha più difficoltà a costruire fogne impermeabili, io credo che noi ingegneri stentiamo ad essere tanto ottimisti: ad ogni modo, per causa della rigidità e delle conseguenti fenditure, si può ritenere che, data anche una costruzione inizialmente impermeabile, si finirebbe per avere nello sviluppo della rete estesa a tutta la superficie urbana, e specialmente nelle centinaia d'incrociamenti, tante trapelazioni da equivalere a quelle attuali dei bottini.

Non togliessi lo spandimento dei gas. Per dire di ciò conviene assodare due fatti: l'uno che col sistema progettato si formano nelle fogne dei depositi considerevoli di materie, l'altro che l'aria delle fogne non trovasi così imprigionata in esse che non trovi modo di espandersi. Riguardo al primo punto si ricordi quanto gli escrementi umani siano attaccaticci (informino i vasi porcellanati dei *water closets*, coi forti getti d'acqua, che li dovrebbero tenere puliti); si ri-

tenga che col sistema di mandare alle fogne tutte le acque permanenti ed avventizie, il livello in esse oscillerà continuamente, e ad altezze forti ne succederanno di piccolissime, che per ciò a tempi di movimento delle materie abbastanza pronunciato, si intercaleranno tempi di quasi stagnamento: si consideri infine quanto siano causa d'arresto i passaggi ad angolo retto da canale a canale, e le frequenti insenature dovute alla formazione dei sifoni d'intercettazione, e si conchiuderà che non possono mancare di formarsi depositi ed incrostature sulle pareti. Per ovviare a ciò, il progetto ha mutato la sezione attuale delle fogne, che ha larghi fondi quasi piatti incontrantisi ad angolo retto colle pareti, in sezione *ovoide*, cioè con curva continua e fondo ristretto, ed è ottimo provvedimento che diminuisce le incrostazioni ma non le toglie, e non toglie i difetti inerenti agli incontri ed alle insenature. Si sono eziandio progettate le fogne con pareti rese lisce da una intonacatura di cemento, e questo parmi che a nulla giovi: nelle alternative dovute alle oscillazioni del livello, il cemento, riescendo ora sott'acqua ed ora fuori, si fende, si scrosta e presto la intonacatura scompare. Finalmente non credo che rimedii al male nemmeno la periodica pulitura progettata con diaframmi mobili, di forma combaciante col contorno delle fogne, e che in esse si farebbero correre sopra guide appositamente disposte. Dubito bene che in lavoro murario la sezione delle fogne si mantenga così regolare e costante da permettere ai diaframmi un combaciamento molto effettivo; si riescisse pure ad ottenere a tutta prima un miracolo di costruzione, la regolarità nondimeno male potrebbe perdurare in causa dei movimenti del suolo e delle conseguenti rotture, le quali, pur rimediate, lascierebbero dietro delle irregolarità di sezione: pertanto i diaframmi mobili, dovendo necessariamente avere un po' di gioco rispetto alle pareti, non potrebbero portar via totalmente le materie ad esse attaccate, ma ne lascierebbero indietro una parte. Si aggiunga che cotesti diaframmi non sono applicabili che alle fogne di maggior sezione, e quindi la più parte dei canali dovrebbe essere pulita a mano, ciò che sarebbe pure dei sifoni e delle insenature: si consideri la imperfezione del lavoro a mano in tali condizioni di multiforme disagio, la impossibilità di praticarlo frequentemente, la quasi certezza che si praticerebbe, si può dir sempre, senza controllo perchè non è facile un controllo entro alle fogne, e si conchiuderà che in queste i depositi si formano e permangono anche molto a lungo. Per cotali depositi si svilupperanno delle fermentazioni, onde proverranno quei gas nocivi, che importa impedire di espandersi per le vie e per le case. Ora se si pensi che nelle vie tutte fabbricate si avrebbero, per ogni cento metri di fogna, da trenta a cinquanta immissioni fra botole di suolo stradale, sfoghi dei cortili, dei tubi delle pluviali, di doccioni di latrine e di acquai e va dicendo, parmi debba dirsi quasi impossibile che ora dall'una, ora dall'altra di codeste immissioni non sfuggano dei gas, in barba a tutti gli apparecchi d'intercettazione. Si aggiunga che sarebbero depositi permanenti di materie putrefacenti gli apparecchi stessi, in causa del modo con cui, almeno una gran parte di essi, debbono essere formati, per le loro grandi dimensioni.

Vengasi al terzo degli appunti, relativo alle difficoltà create alle campagne in cui l'efflusso delle fognature si manderebbe. Io non m'intendo di ciò, ma parmi che debba per esse costituire talora un grave peso il ricevere, insieme colle materie fertilizzanti, la forte quantità d'acqua da cui quelle sarebbero portate: acque bensì utili qualche volta, ma imbarazzanti in tante altre. L'egregio professore Fettareppa, nel suo bel rapporto, accenna alla soluzione per cui in alcune settimane d'inverno sarebbero deviate dal loro consueto cammino, e gettate all'antico sfogo in Po. Egli dice che in tale stagione sono minori e tollerabili i danni dell'inquinamento del fiume, ma mi sembra che gli escrementi gettati direttamente dalle fogne, epperò in buona parte non disfatti e distrutti, si depositeranno volentieri nelle insenature e nei banchi del corso d'acqua, e vi rimarranno a far sentire la loro presenza nella calda stagione.

E con ciò è già detto in parte del quarto appunto relativo al disperdimento d'una quantità di materia: una quantità ulteriore si disperderebbe nelle occasioni di piogge prolungate, e più ancora di temporali, quando cioè funzionerebbero gli scaricatori delle portate soverchie delle fogne. Nè io saprei in ciò consentire su quanto dice nel suo rapporto l'amico Boella, che dà alla cosa poca importanza, perchè quando avviene il versamento degli scaricatori, il liquido contenuto nelle fogne è meno ricco: ricordo che gli escrementi solidi galleggiano, epperò in acque grosse gran parte della ricchezza attraverserebbe appunto gli sfioratori di scarico, lasciando al disotto, cioè nelle fogne, le acque più pulite, o povere che dir si voglia.

\* \*

L'esame critico sinora fatto della proposta fognatura presenta alla mente la domanda, se gli accorgimenti escogitati per impedire in essa i trapelamenti e l'inquinazione dell'aria non siano anche applicabili ai bottini, in maniera da rendere questi adottabili, e non già ridotti alle condizioni formulate dalla minoranza della Commissione Consigliare, ma atti a ricevere tutte le acque che ricevono ora, ed anzi quella maggiore quantità che possano richiedere più esigenti abitudini d'igiene, ed anche l'obbligo ad ogni casa di avere la sua dotazione d'acqua potabile.

Mi affretto a dichiarare che per parte mia i bottini semplici, anche migliorati, non li credo accettabili; ma è bene esaminare la possibilità di migliorarli per paragonarne le condizioni con quelle della progettata fognatura.

Si è dunque parlato di sistemi di costruzione atti a rendere impermeabili le fogne, e si è detto che queste non possono mancare di fendersi e perdere per le fenditure, quand'anche, per un supposto, si riuscisse a farle in modo che si evitasse la permeazione continua delle pareti. Ora i sistemi migliori sono tutti applicabili ai bottini, ed in questi poi i pericoli di fenditure, per i movimenti del suolo, sono immensamente minori in grazia della loro forma raccolta, che può seguire tali movimenti senza risentirne danno, specialmente se si tengono di piccole dimensioni, come è possibile facendoli frequenti e ridotti a ricevere ciascuno un solo doccia di latrine, non parecchi come ora sovente succede. Con bottini piccoli e ben fatti il pericolo di fenditure è, si può dire, onninamente eliminato, e non rimarranno che le perdite dovute alla permeazione delle pareti. Queste inoltre sarà più agevole che nelle fogne farle con sistemi più energici, perchè il molto minor volume di costruzione permetterà di adottarne dei più costosi, come sarebbe, per esempio, quello di cemento ed asfalto di cui si trovavano dei saggi all'Esposizione, e quello di doppia parete con frappa di argilla, che abbastanza facile per bottini è, si può dire, impossibile per le fogne. Tuttavia all'impermeabilità assoluta io non ci credo, e non mi nascondo che nei bottini tende ad accrescerla la pressione esercitata in essi dall'acqua stagnante ed elevantesi ad una certa altezza, mentre questa nelle fogne ha altezza molto minore, ed è, salva eccezione, in istato di movimento. Ciò nondimeno, se questo unico motivo di inferiorità dei bottini in tale riguardo si pone a confronto coi due vantaggi ora detti della maggiore possibilità di farli inizialmente più impermeabili, e della molto minore probabilità che in essi succedano le fenditure, che credo assolutamente certe nei lunghi canali intersecantisi fra loro, ne viene la conclusione che per le infiltrazioni i bottini migliorati possono riuscire in condizioni più favorevoli che le grandi fogne murarie, e nella peggiore delle ipotesi, i due sistemi si paragonano.

Si è pure detto che per impedire la fuga dei gas nocivi dalle fogne, le immissioni che in esse devono praticarsi, erano progettate disposte a sifone intercettatore. Codesti sifoni sono applicabilissimi ai bottini, e lo sono, anzi, con due grandi vantaggi, consistenti nel richiedersene molto minor numero, e nel potersi tenere, senza paragone, più puliti. Riescono in molto minor numero perchè ai bottini andrebbero i soli doccioni di latrina e degli acquai di cucina, mentre alle fogne si vogliono mandare tutte le acque

meteoriche e le altre che in qualunque modo entrano nell'area urbana, e codeste due quantità formano in modo assoluto, e tanto più relativamente a certi tempi, un volume a petto del quale i prodotti delle latrine e degli acquai si può dire che sono un nulla. Per ciò poi che tali ultime quantità sono di natura molto limitata, si possono per esse adottare sempre doccioni metallici, a capo dei quali i sifoni, parimenti metallici ed ermeticamente chiusi, restano puliti quasi da sè, per poco che al passaggio delle deiezioni si alternino passaggi d'acqua sola, come facilmente avverrebbe, dato l'obbligo della dotazione per mezzo d'una condotta in pressione. Mentre invece nel proposto sistema di fognatura, le botole delle acque piovane in essa immitenti, necessariamente grandi e fatte o del tutto od in parte con costruzione muraria, sarebbero continuo ricettacolo di materie putrescenti, cosicchè, pure impediti gli effluvi delle fogne, ne darebbero esse dei proprii. Si aggiunga in fine una cagione, che io non posso stimare per quanto vale, perchè tutta di scienza medica, ma parmi d'un certo peso: — data la impossibilità di impedire totalmente le emanazioni di gas, si avrebbe che, in tempi di malattie infettive, le fogne sarebbero veicolo a spandere rapidamente per tutta la città le emanazioni perniciose provenienti dalle deiezioni dei malati, mentre nel sistema dei bottini queste si limitano alla località stessa in cui si producono.

Assodato adunque che gli avvedimenti costruttivi proposti per la fognatura possono così convenientemente applicarsi ai bottini da farne rimaner pari le condizioni di inquinamento delle acque sotterranee, migliori quelle relative all'inquinamento dell'aria, rimane a dire come il sistema dei bottini sia incontestabilmente preferibile quanto alla utilizzazione delle materie che si possono liberamente destinare agli usi occorrenti, ai luoghi che le richiedono, mentre la rete delle fogne le manda inesorabilmente in una località sola, che deve riceverle anche quando ne farebbe senza, e le riescono per avventura dannose. Dall'ipotesi di libera utilizzazione dei prodotti dei bottini, non parmi doversi escludere le vasche di deposito, le quali, stabilite in località topograficamente adatte, possono inoltre dotarsi di mezzi di disinfezione, quali sarebbero per le fogne gli alti camini di richiamo.

Un elemento di paragone da non trascurare è la spesa d'impianto: la fognatura proposta vuol dire un lavoro radicale che deve provvedere non soltanto alle materie immonde, ma a tutta l'immensa quantità di acque che entrano ordinariamente ed eventualmente in città; mentre col sistema dei bottini non occorre provvedere che a questi soli, rimanendo per le acque meteoriche, e quelle destinate ai vari servizi urbani, la attuale compiuta rete di condotti.

Dove la fognatura a canali ha innegabile, grandissimo vantaggio è nel trasporto delle materie che si fa da sè, in modo continuo, senza disturbo di nessuno, mentre nei bottini bisogna operare il vuotamento, incomodo sempre, ed ora, per l'uso abbondante dell'acqua, reso d'una frequenza insopportabile pel costo, per le noie e pei danni che porta seco; al vuotamento poi succede il trasporto, disgustoso, inquinatore delle strade percorse, ed esso pure fatto grandemente costoso dalla necessità di trasportare un'enorme aliquota di acqua inutile ed imbarazzante.

Raccogliendo le categorie dei bilanci dei due sistemi, si ha:

*condizioni pari* per l'infiltrazione;  
*un'attività a favore dei bottini* per l'inquinamento dell'aria;

» per l'utilizzazione delle materie;  
» per le spese di primo impianto;

*una passività sul conto bottini* pel trasporto.

Quest'ultima passività, sebbene sola, è tuttavia, a mio credere, così grande da bastare a far respingere il sistema dei bottini a vuotamenti periodici, qualunque possano essere le miglione della loro struttura e delle loro disposizioni: ma d'altra parte il vantaggio della fognatura proposta si riduce a così poco da far sorgere il dubbio se sia ragionevole affrontare per esso la spesa che si richiede.

E sopravviene la domanda: Allora come provvedere?

Esistono, per isbarazzare la città dalle deiezioni, altri sistemi, su alcuni dei quali la relazione Pacchiotti si estende assai lungamente; due appena accenna: ma gli uni e gli altri condanna. Da codesta sentenza mi pare che si possa appellare, non foss'altro, per insufficiente motivazione.

Ommettendo di parlare di parecchi sistemi, che hanno, a mio giudizio, poca importanza, o troppo dubbia riuscita, accennerò a quelli che, o per merito intrinseco, o pel numero delle applicazioni fattene, sono i principali.

Ed un primo è quello delle *tinozze mobili*, le quali essendo insieme recipiente collettore e recipiente di trasporto, evitano l'ardua operazione del vuotamento. Ma coll'uso abbondante dell'acqua, una tinozza è subito piena, e se ne fa necessaria la surrogazione ed il trasperto ad ogni momento, onde una successione continua di spese e di noie.

Per questo si pensò alle tinozze perdenti o *filtranti*, come le dicono, che foracciate tutto all'intorno, ritengono le sole deiezioni solide, e danno passo alle liquide, che finora si usò mandare agli acquedotti delle pluviali. Da ciò l'accusa che, essendo codeste materie liquide formate in parte dalle orine, in parte da acque altrimenti immonde, o ad ogni modo rese immonde nelle tinozze stesse dal contatto delle materie solide, di cui nel lavoro di filtramento debbono esportare qualche parte, vadano ad inquinare gli acquedotti. Ma a tale difetto è facile rimediare, mandando i liquidi delle tinozze non negli acquedotti, bensì in una condotta speciale, che per la piccola quantità di materia a cui deve servire, può essere metallica, epperò molto più impermeabile che una muraria, assai elastica per non rompersi ai piccoli movimenti del suolo e che quando si rompa lo fa in modo grave, che dà l'allarme e richiede pronto riparo, mentre i condotti murari si guastano per fenditure piccolissime, epperò traditrici, dalle quali si spandono infiltrazioni continue, appunto come può avvertire nei bottoni. Aggiungasi che la intubazione dei liquidi provenienti dalle tinozze, non dovendo ricevere altre acque, non avrebbe che poche comunicazioni coll'esterno, e quindi richiederebbe pochi sifoni, piccoli, tutti atti ad essere metallici, e quindi avrebbe a questo riguardo grande vantaggio sulla fognatura generale. Rimane solo anche costì l'inconveniente del trasporto. L'unione delle tinozze coi doccioni delle latrine da una parte, e coll'intubazione dall'altra, difficile per sé ad essere fatta bene, ed inoltre maneggiata da manovali che non possono a meno di essere molto grossolani, dà luogo a molti trapelamenti che insucidano le pareti esterne delle tinozze e ne rendono perciò assai ributtante il trasporto. Questo poi per quanto meno frequente che colle tinozze ordinarie, è tuttavia frequente troppo perchè i recipienti non possono che essere piccoli, altrimenti ne riesce soverchiamente difficile il maneggio. Perciò il sistema, sebbene utilissimo in qualche circostanza, quando il trasporto è reso agevole dalla immediata vicinanza dei campi, quando non è necessario avere alcun gabinetto a terreno, epperò alla tinozza collocata al piano delle cantine, si può sostituire una botte fissa al carro che la porta, e questo fermo al livello del suolo; il sistema, dico, non sembra guari adottabile nell'interno delle città.

Per evitare lo scoglio del trasporto, e sfuggire i difetti della fognatura muraria, furono escogitati i sistemi che dai nomi dei loro inventori si chiamano *Liernur e Berlier*, ed hanno comune il principio su cui si fondano, consistente in ciò che le deiezioni, raccolte in condotti, non camminano in essi spontaneamente per l'effetto della pendenza, ma sono aspirate da batterie di trombe idrauliche fisse, impiantate all'estremità della rete. L'aspirazione non è possibile se i condotti non sono chiusi alle loro teste, e non possono essere chiusi se comunicano liberamente coi doccioni delle latrine: l'impianto di comunicazioni saltuarie, con funzionamento rapidissimo, per le quali non si alteri la chiusura dei condotti, è ciò che costituisce i due sistemi. È inutile allo scopo della presente memoria, e d'altronde non è senza difficoltà il descriverli; basti il dire che entrambi sono assai complicati, ed il Berlier, destinato ad evitare le complica-

zioni di Liernur, il quale tuttavia è applicato con soddisfazione in alcune città, il Berlier, dico, richiede a sua volta disposizioni assai complesse, meccanismi, e qualche singolare manipolazione. Ma questo è importante che entrambi hanno una conduttura di tubi, di cui già si è detto il gran vantaggio a paragone delle fogne murarie; cotesti tubi sono di loro natura ermeticamente chiusi, e portano le materie con assoluta libertà di destinazione. Onde se non vi fosse di meglio, parmi che cotesti sistemi avrebbero titoli da sostenerli preferibili alla proposta fognatura, ad onta delle difficoltà inerenti alla complicazione delle disposizioni, all'impianto ed al funzionamento dei meccanismi. A buon conto ora s'impiegano meccanismi trasportabili, si tratterebbe di mutarli con altri fissi, e sebbene ciò costi senza paragone di più, se il problema si ha da risolvere, bisogna pur fare e spendere ciò che è necessario perchè lo si risolva in modo efficace.

Ho detto: se non vi fosse di meglio; e mi chiedo se questo non esista in quei due sistemi che, come ho accennato, il signor professore Pacchiotti nella sua relazione appena tocca, ma senza esaminarli come si possono meritare.

Uno è quello del colonello *Waring*, che ha avute già parecchie applicazioni in America, ed ultimamente un principio di prova a Parigi, forse unica città finora in Europa che lo abbia sperimentato. Il Waring manda anch'egli le deiezioni in una condotta, che le porta via direttamente, ma questa tiene separata dalla condotta delle meteoriche e delle acque ordinarie, epperò la fa di piccolo diametro con tubi metallici o di *grès* a superficie vetrificata. Il movimento delle materie, cui non basta la pendenza dei tubi, è ottenuto semplicemente con periodiche immissioni d'acqua, cacciate nella condotta con impeto per mezzo di disposizioni a funzionamento automatico. Il Waring evita l'inconveniente, a parer mio gravissimo, di complicare il trasporto delle deiezioni con quello delle acque meteoriche: ha un condotto piccolo, epperò suscettibile di esser fatto molto più forte che la fogna muraria, e finalmente diluisce assai poco le materie, alle quali rimane in conseguenza una sufficiente libertà d'utilizzazione.

L'altro sistema — e di questo il professore Fettareppa nel suo rapporto indicò probabile la convenienza — è quello del signor *Mouras* e consiste in un bottino che dal suo inventore fu denominato *vuotatrice automatica*, in cui le deiezioni debbono cadere in una quantità d'acqua sottratta da ogni comunicazione coll'aria esterna. Per ciò il bottino sin da principio si riempie d'acqua nella quale pescano due tubi, cioè quello che introduce le materie, ed è lo stesso doccione delle latrine prolungato, ed un secondo piegato a sifone, da cui esce una quantità di liquido ogni volta che una pari quantità di nuova materia, scendendo nel bottino, fa in questo elevare il livello dell'acqua oltre la linea stabilita, che da cotesto tubo a sifone è appunto regolato. Il Mouras dice che le materie fecali solide, ed una parte eziandio di quei residui di cucina, che sogliono cadere dai tubi degli acquai, od altrimenti immettersi nei doccioni di latrina, in trenta giorni di permanenza nel bottino, sottratti dal contatto dell'aria atmosferica entro alla dovuta quantità d'acqua, a rinnovare la quale basta quella consumata nella pulizia dei sedili e negli usi famigliari, si spappolano e diluiscono compiutamente, sicchè a mano a mano e con moto continuo vanno uscendo insieme coi liquidi; di qui la denominazione di bottino automatico.

Il fu abate Moigno, che si era fatto propugnatore del sistema, aveva istituito su esso delle sperienze per mezzo d'un bottino a pareti trasparenti, ed aveva riconosciuto che le feci galleggiavano formando sui liquidi uno strato continuo, alla cui sommità si portavano le materie ultime arrivate, le quali poi a poco a poco scendevano distemperandosi. Egli soggiungeva la decomposizione operarsi senza sviluppo di gas, ed il liquido uscente dal bottino essere destituito di odore troppo sgradevole e di proprietà nocive; ed aveva cercato a questi fatti delle spiegazioni scientifiche.

Profano del tutto alle teorie cui quelle spiegazioni si ap-

poggiano, nulla io saprei dire al riguardo, ma questo so che, essendomi presentata l'occasione di disporre un bottino col sistema Mouras, me ne approfittai, e per quel poco tempo che ne ebbi agio, potei verificare la realtà dello spappolamento e scioglimento delle feci entro l'acqua. Ora questo solo fatto del discioglimento delle materie solide ha un valore grandissimo, e risolve la questione del vuotamento e del trasporto, che come ho detto, sono a parer mio lo scoglio vero del sistema dei bottini, mentre evita non solo la spesa e la complicazione dei sistemi Liernur e Berlier, ma eziandio quelli che possono essere i difetti del sistema Waring, cioè una certa diluizione delle materie ed il pericolo che una parte di queste, conservando le loro qualità attaccaticcie, aderiscano alle pareti ad onta delle periodiche cacciate d'acqua.

I signori Mouras e Moigno, partendo dal principio che il liquido uscente fosse innocuo e privo di odore apprezzabilmente cattivo, reputavano che pel trasporto di esso nulla più fosse da fare, e si potesse gettarlo senz'altro negli ordinari condotti delle acque meteoriche. Senza esaminare quanto sia attendibile quell'innocuità di odori e di conseguenze igieniche, ritengo che si dovrebbe sempre tenere il liquido uscente dal bottino separato dalle acque meteoriche e da altre, a scopo di utilizzarlo meglio e più liberamente per le campagne, ma qui ancora si è nel caso di condotti con tubi di ghisa presentanti tutti i vantaggi sopra enumerati. Di modo che il bilancio del sistema, paragonato a quello della fognatura proposta, perderebbe l'unica passività che erasi registrata pel caso dei bottini a vuotamento, e si può aggiungere che vi passerebbe certamente all'attivo anche la categoria che in quello erasi per abbondanza notata in paragone, quella cioè dell'inquinamento delle acque dei pozzi. Imperocchè nei bottini automatici sarebbe possibile introdurre quella guarentigia di perfetta tenuta che è l'intonaco di cemento idraulico, sempre quando non si ha l'inconveniente dell'alternativa di essere e non essere sott'acqua. Nel bottino Mouras l'acqua a livello costante manterrebbe in ottime condizioni la cementatura che si praticasse fino all'altezza cui essa dovrebbe arrivare.

\*  
\*\*

Da tutto il fin qui detto parmi sia discreto il trarre la conseguenza che prima d'intraprendere il gran lavoro della fognatura varrebbe la spesa non solo di meglio ponderare ancora la possibilità di valersi d'altri sistemi, ma soprattutto di ben provare cotesto sistema Mouras. Questioni simili debbono essere esaminate profondamente e sotto tutti i loro aspetti, non trattate sotto l'influsso di impressioni, e con predominio della fantasia sul freddo raziocinio. Il sistema proposto ora per Torino dalla maggioranza della Commissione Consigliare, ed è quello che i Francesi, con frase enfatica secondo il loro uso, chiamano del *tout à l'égout*, ha fuor di dubbio alla bella prima qualche cosa di attraente nella semplicità somma del suo enunciato, ma se uno si lascia troppo impressionare da cotesta parvenza, come da qualunque lato brillante di una soluzione di qualsiasi problema, è facile che sia portato ad eliminarne le difficoltà, supponendo che non esistano o siano trascurabili, anzichè cercare di vincerle. Così la relazione Pacchiotti gira l'appunto fatto alla fognatura riguardo alla possibile trasmissione del colera, dicendo che esso « per fortuna diventa ognora più raro ». In men di sei mesi dalla stampa della relazione, ecco Tolone, Marsiglia, Busca, Spezia e Napoli dare una troppo dolorosa risposta a cotesta affermazione.

È poichè è venuta sulla penna la brutta parola, è opportuno rammentare come nella scorsa estate, quando la malattia poteva temersi anche a Parigi, si proibisse la vendita sui mercati di quella città dei legumi raccolti nella celebre pianura di Genevillers, che è appunto lo sfogo della fognatura della capitale francese. Infatti, se propriamente causa del morbo sono i famosi *Kommabacilli*, è evidente che dal libero trasporto delle deiezioni nelle fogne essi sarebbero rapidamente sparsi dappertutto, e che sulle sponde dei canali in aperta campagna, e sulle terre irrigate, troverebbero ottime condizioni al loro moltiplicarsi; le erbe poi ed i legumi, toccati dalle acque irriganti, terminerebbero di fa-

vorirne lo spandimento. Mentre nei bottini chiusi e nel lavoro della fermentazione pare probabile che essi abbiano a perire, come leggevo recentemente in uno scritto medicale, essere opinione del dott. Kock, il gran balio degli interessanti micro-organismi. Quest'ultimo argomento darebbe al sistema Mouras un valore assolutamente superiore al Waring, al Berlier e ad ogni altro, in cui le deiezioni corrono direttamente nei condotti, senza essere passate prima per uno stadio di fermentazione.

## COSTRUZIONI FERROVIARIE

STRADA FERRATA

DA CLERMONT-FERRAND A TULLE  
CON DIRAMAZIONE PER VENDES (FRANCIA)

per l'Ing. G. CRUGNOLA

*Ponte obliquo di 20 metri di luce sul Chavanon  
al picchetto 700 + 19<sup>m</sup>,00 (kil. 13,534 della diramazione).*

Vedasi la Tavola XV

I principali manufatti della diramazione, esclusi i trafori, possono ridursi, come già si disse, a quattro e sono i seguenti:

Il viadotto di Granges sul Chavanon al chil. 9,339,20;

Il ponte obliquo di 20 metri di luce sul Chavanon al chil. 13,534;

Il ponte sulla Dordogna presso Bort al chil. 32,744, e

Il viadotto sulla Rhue al chil. 36,793,50.

I primi due si trovano nella parte più difficile della diramazione, nella immediata vicinanza di una galleria; gli altri due invece sono situati sulla seconda parte della linea, dove il tracciato si sviluppa senza grandi pendenze e con pochissime opere d'arte di qualche importanza. Nella descrizione dei manufatti suddetti avrebbesi dovuto procedere secondo l'ordine chilometrico in cui si trovano; siccome però ognuno di essi costituisce un'opera d'arte a sé senza nessun rapporto colle altre, così non abbiamo esitato a parlarne nell'ordine col quale ci giungono le tavole incise.

Abbiamo già dato la descrizione del terzo, ora passeremo a parlare del ponte obliquo di 20 metri di luce sul Chavanon, che è il secondo della diramazione.

Il ponte obliquo sul Chavanon trovasi immediatamente all'uscita della galleria della *Forêt*, vicinissimo al punto dove il fiume immette nella Dordogna, e rilega il dipartimento del Puy-de-Dôme con quello di Corrèze. La località è veramente pittoresca; la vallata si allarga verso occidente per raggiungere il versante di quella dove si versa la Dordogna, mentre il Chavanon piega bruscamente verso oriente e va, per così dire, ad incontrare la Dordogna stessa, nella quale termina il proprio corso. In queste circostanze era impossibile di ubicare il ponte in modo che riuscisse normale all'asse della corrente, e si dovette dargli un'inclinazione di 60° per rispetto al medesimo.

Nel primitivo progetto, approvato dal Ministero dei lavori pubblici il 20 giugno 1874, s'era previsto un ponte a due archi, in pieno centro, di 10 metri di luce ciascuno; ma l'impetuosità del fiume in questa località dove ha raggiunto la sua massima grandezza, fece temere giustamente che non solo le fondazioni di una pila potevano riuscire difficili, ma che la medesima, situata proprio sulla direzione del filone, potesse in avvenire trovarsi continuamente minacciata. Si abbandonò quindi l'idea dei due archi e si fece un nuovo progetto con un arco solo a sesto

ribassato, per diminuire le difficoltà risultanti dalla posizione obliqua del manufatto.

La luce dell'arco, presa perpendicolarmente alle spalle, è di metri 20, e di metri 23,44 presa obliquamente. Le spalle sono verticali fino all'altezza di 3 metri, mentre le acque nelle massime piene conosciute non si elevarono mai al disopra di metri 2,40 (quota 538,50).

Per effetto delle disposizioni locali, le spalle non sono opposte l'una all'altra in sezione retta; quella a sinistra trovasi dirimpetto alla sponda destra del fiume e inversamente; dal che ne segue, che la sezione retta nelle epoche di piena è maggiore e raggiunge i metri 21,50; mentre la sezione obliqua diventa di metri 25,58. Queste dimensioni, per rispetto alla sezione libera da lasciarsi al Chavanon, si avvicinano a quelle del ponte costruito sullo stesso fiume, a 7 chilometri circa più a monte per una strada vicinale, il quale ha 3 archi di m. 7,60 di luce ciascuno, e quindi con una luce complessiva di m. 22,80; per la qual cosa si è ritenuto che il progetto potesse soddisfare a tutte le esigenze del regime proprio allo Chavanon.

Il ponte trovasi sufficientemente indicato dai disegni della tavola XV. Infatti nella fig. 1 si ha il prospetto a monte del medesimo, dal quale si rileva anche il tipo dei muri di rivestimento, costruiti alla base dei quarti di cono. La fig. 2 dà una sezione longitudinale del ponte, fatta secondo l'asse del medesimo; nelle figure 4, 5, 6 e 7 abbiamo disegnato 4 sezioni trasversali; le prime due sull'asse dell'arco, la 4 secondo la direzione della corrente e quindi secondo l'obliquità del manufatto; la 5 invece perpendicolarmente alle fronti del ponte. Le altre due sono prese sui muri andatori e sui muri in ritorno. La fig. 3 poi mostra il piano dell'edificio, per metà al livello delle imposte, e per l'altra metà al piano superiore.

Il ponte trovasi interamente in una curva di raggio uguale a metri 250, e in una pendenza di metri 0,012 per metro. Esso è costruito per due binari, come tutti gli altri manufatti della linea. La testa a monte si è mantenuta in un piano verticale; però, allo scopo di conservare, senza un allargamento troppo considerevole dell'edificio, la distanza prescritta di metri 1,50 fra la guida esterna del binario e il parapetto, i timpani delle spalle della testa a valle si fecero divergere simmetricamente di m. 0,94 sul piano della testa, mentre che questa, in causa della saetta della curva di raggio 250 metri, non rientrava che di metri 0,32 sulla lunghezza di m. 26,40, comprendendo la luce e gli archivolti.

Il ponte doveva costruirsi secondo il sistema degli anelli addossati perpendicolarmente al piano delle fronti, per fare sì che la spinta avesse luogo parallelamente ai piani delle medesime.

Gli anelli previsti erano in numero di sette, ed avevano ciascuno metri 1,20 di lunghezza; il loro collegamento sarebbe ottenuto mediante 6 chiavi di ferro disposte normalmente al piano delle teste e simmetricamente per rispetto all'asse del manufatto. Senonchè, temendo che i numerosi spigoli degli angoli salienti, esposti agli urti dei corpi galleggianti, avessero a smussarsi presto, si abbandonò questa prima idea e si ricorse all'apparecchio elicoidale. L'obliquità essendo di 60°, la corda di metri 23,44 e la saetta di metri 6,60, lo sviluppo della sezione retta risultò di metri 25,72, cosicchè si ebbe uno sviluppo della superficie d'intradosso di metri 28,10, il quale si ripartì fra 62 cunei di metri 0,446 e la chiave di metri 0,448.

All'arco (fig. 2, tav. XV) si è assegnato lo spessore di metri 1,10 in chiave, e questa grossezza si è fatta aumen-

tare andando dalla chiave alle imposte fino a raggiungere metri 4,64. Le spalle presentano una grossezza di m. 5,14, la quale è più che sufficiente alla stabilità dell'edificio, come dimostreremo in appresso.

Ai timpani (fig. 5, 6, 7) si è assegnato lo spessore minimo al ciglio di m. 1,20, aumentandolo di 30 cent. per ogni metro e mezzo di altezza.

In quanto alle altre disposizioni del manufatto, non abbiamo bisogno d'estenderci in descrizioni, poichè le dimensioni inscritte nelle figure della tavola XV indicano sufficientemente quanto occorre di sapere. Solo vogliamo giustificare lo spessore alla chiave dell'arco, e quello delle spalle.

Premettiamo che si è costruita la curva delle pressioni nel solito modo, e dalla medesima risultarono soddisfatte le note condizioni di stabilità; la pressione riferita all'unità di superficie in ogni giunto in vicinanza agli spigoli più vicini alla curva, risultò inferiore a 13 chilogrammi nella volta ed a 9 chilogrammi nelle spalle, limiti che la resistenza dei materiali impiegati permetteva di raggiungere.

Dalla curva delle pressioni risultarono anche le dimensioni del volto e delle spalle, le quali noi vogliamo ora calcolare, servendoci delle solite formole empiriche.

In quanto allo spessore del volto, le note formole di Dupuit

$$g = 0,15 \sqrt{l}$$

per gli archi di circolo, e

$$g' = 0,20 \sqrt{l}$$

per le volte a pieno centro, danno rispettivamente

$$g = 0,73 \quad \text{e} \quad g' = 1,05$$

valori inferiori a quello adottato, che è di metri 1,10.

La grossezza delle spalle fu calcolata secondo una formola empirica, di cui noi ci servimmo già in moltissimi altri casi tanto nella Svizzera quanto in Francia:

$$G = \left( 0,55 + 0,04 a + 0,10 \frac{l}{s} \right) \sqrt{l}$$

nella quale le lettere rappresentano rispettivamente:

$G$  la grossezza cercata delle spalle,

$a$  l'altezza dei piedritti delle spalle, ossia  $a = 2^m,74$ ,

$s = 6^m,60$  la saetta dell'arco e

$l = 23^m,44$  la corda dell'arco. Rigorosamente si potrebbe introdurre per  $l$  la luce della sezione retta, ma siccome il valore scelto è in favore della stabilità, così l'abbiamo lasciato.

Sostituendo nella formola suddetta i valori delle lettere, si ottiene

$$G = 1,0151 \sqrt{23,44} = 4^m,914.$$

La formola di Leveillé per un arco di circolo è:

$$G = \left( 0^m,33 + 0,212 l \right) \sqrt{\frac{a}{H} \cdot \frac{l}{s + g}}$$

nella quale  $H = a + s + g + 0,60$ .

Nel caso concreto  $g = 1^m,10$  grossezza dell'arco alla chiave, quindi

$$H = 11,04 \text{ metri}$$

e

$$G = 5,299 \sqrt{0,755} = 4^m,60$$

dove per  $l$  si è introdotto il valore della sezione obliqua. Questo risultato fornito dalla formola di Leveillé è alquanto inferiore a quello ottenuto colla prima formola; il quale però concorda collo spessore risultante dalla curva delle pressioni; per cui si è conservata la primitiva grossezza

portandola a metri 5,14 per maggiore sicurezza. Tanto più che la formola di Leveillé non corrisponde compiutamente alle vere condizioni di stabilità.

Ciò dipende dal fatto che i valori di  $G$  corrispondenti a diverse altezze di piedritti sono due, diversi fra loro secondo che si considerano le equazioni di stabilità allo scorrimento od al rovesciamento, e che per una data altezza  $a$  diventano uguali. Facendo diminuire quest'altezza, il valore di  $G$  da prendersi è quello dato dall'equazione dello scorrimento, il quale cresce col diminuire di  $a$ , dovendo restare costante il peso totale, come resta costante la spinta alla chiave. Ora la formola di Leveillé non tiene conto di questa

circostanza, anzi il rapporto  $\frac{a}{H}$  diminuisce pure e perciò anche il valore di  $G$ , cosicchè per  $a = 0$  si ha pure  $G = 0$ , il che è assurdo.

I materiali impiegati nella costruzione dell'edificio furono i seguenti: le spalle si fondarono a secco sopra un massiccio di muratura di pietrame appoggiato direttamente sul terreno sodo; le parti superiori vennero circondate sul davanti da un rivestimento di grosse pietre da taglio grossolanamente sbazzate, il quale fu continuato nelle fronti su una lunghezza di 3 metri, tanto a valle quanto a monte. Su questo massiccio appoggia lo zoccolo, il quale costituisce il basamento delle spalle, e si eleva fino a pochi centimetri sopra il livello delle acque ordinarie.

La struttura murale dominante nel resto dell'edificio è quella di pietrame ordinario con malta di calce idraulica; gli angoli sono in pietra da taglio, apparecchiata in modo da avere metri 1,23 e metri 1,03 sulle fronti e m. 0,65 e m. 0,45 sulle faccie dei piedritti. Le spalle furono rivestite nelle faccie apparenti e nei piedritti di conci lavorati alla martellina, disposti per filari di m. 0,22, in modo che due ranghi corrispondessero allo spessore dei conci posti sugli angoli.

Alle imposte si è messo un cordone in pietra da taglio dell'altezza di metri 0,40; su esso appoggiano i cuscinetti dai quali partono i filari dei conci costituenti l'apparecchio dell'intradosso della volta; questi conci sono pure lavorati alla martellina e disposti per ranghi di m. 0,40 a 0,45; si ebbe cura di mettere per ogni metro quadrato di superficie un concio colla rientranza di m. 0,70 a modo di fibbia o catena. La volta fu completata con muratura in pietrame ordinario disposta così da assecondare colla sua giacitura l'andamento della volta; i conci dell'intradosso furono disposti in modo che due corsi dei medesimi corrispondono ad un cuneo della testata.

Per l'esecuzione della volta si fece prima ricoprire il manto dell'armatura con un intonaco in gesso, sul quale si segnarono accuratamente tutte le linee dei giunti.

Le testate furono eseguite in pietra da taglio secondo l'apparecchio elicoidale, come già si disse, estradossando i cunei senza addentellato nè legamento coi conci a mosaico dei timpani.

Pei timpani si adottò muratura di pietrame ordinario, con malta di calce idraulica, rivestendoli con conci martellati e disposti a mosaico.

La cappa si estende a tutto l'extradosso con uno spessore di m. 0,05, e ricopre anche il disopra dei timpani; essa fu eseguita con malta di calce idraulica e sabbia.

Il cordone è tutto in pietra da taglio.

Il riempimento sulla volta fra i timpani e fra i muri andatori, si fece in muratura di pietrame a secco, formando una specie di spugna (fig. 6); siccome per l'obliquità del manufatto i due muri hanno lunghezze disuguali, così il riempimento in pietrame fu limitato fra i medesimi superiormente, secondo la linea  $ab$  (fig. 3, tav. XV), e alla

base secondo la linea  $cd$ , ove comincia il rilevato della strada.

Nel punto M (fig. 1) si ha un giunto finto, il cuneo è fatto tutto d'un sol pezzo.

Per l'armatura si sono fatte sei centine in legno di abete.

La calce impiegata è la stessa che l'impresa fornì pel viadotto sul Chavanon e pel ponte sulla Dordogna, di cui già parlammo. Il pietrame è un grès durissimo, estratto dal sotterraneo vicino della Forêt; per la pietra da taglio però si fece uso di granito, il quale era di una durezza straordinaria, cosicchè l'impresa insistette lungamente per essere autorizzata a sostituirvi il grès, ma non si è concesso altro che di farne uso pel cordone superiore; tutto il resto della pietra da taglio venne eseguito in granito.

Il parapetto è in ferro e in ghisa, e fu eseguito secondo il tipo della figura 115. I ritto sono in ghisa, mentre i correnti e l'appoggiatoio sono in ferro; i ritto vennero assicurati nelle copertine o cordone col piombo. Il peso di ciascun ritto è di Chg. 12,35 compresa la chiave che entra nella pietra per esservi impiombata. L'appoggiatoio pesa Chg. 10,44 per metro corrente; la bacchetta inferiore pesa Chg. 3,94 per metro corrente. Gli stessi parapetti si sono adoperati pei passaggi superiori, invece di un corrente se ne sono messi due per maggior sicurezza dei passanti, come è indicato sul disegno. Abbiamo pure indicato in (3), (4) e (5) un'unione a compensazione per fissare l'appoggiatoio sul ritto, la quale per altro non fu adoperata che nei grandi ponti; bastando in generale dare al foro dell'appoggiatoio una forma ovale allungata.

Il 17 settembre 1879 s'incominciarono i lavori per la tura dal lato Vendes, e il 22 dello stesso mese lo scavo per le fondazioni della spalla; si trovò dapprima la ghiaia indi un banco d'argilla, il quale fu tolto completamente, e lo scavo venne spinto fino alla roccia, che si trovò a circa m. 4,25 al disotto della prima risega; gli aggotamenti furono fatti con due trombe di 20 centimetri di diametro, non bastando una sola a mantenere lo scavo a secco per le moltissime filtrazioni d'acqua.

L'11 ottobre s'incominciarono le murature, le quali arrivarono al livello dello zoccolo il 25 dello stesso mese; le due trombe continuarono ad agire durante tutto questo tempo giorno e notte, e più tardi, fino al 29 ottobre alle 3 ore, in cui la muratura trovavasi a 0<sup>m</sup>,20 fuori dell'acqua. Contemporaneamente (14 ottobre) si era incominciata la tura per la costruzione della spalla dal lato Eygurande, ma fu abbandonata per essere la stagione troppo avanzata; venne ripresa il 27 marzo successivo, e il 3 aprile si potè incominciare lo scavo, il quale però fu interrotto da una piena terribile avvenuta il 9 aprile verso le 6 della sera. Lo scavo che già stava per ultimarsi, fu completamente riempito, e appena si ebbe il tempo di allontanare le trombe. I danni non furono grandi: solo si dovette ricominciare lo scavo, il quale venne ultimato il 24 aprile; il 31 maggio anche questa spalla trovavasi fuori dell'acqua, e si poterono cessare gli aggotamenti.

Tutto intorno al massiccio di fondazione si misero dei grossi massi a guisa di scogliera, sopra una altezza di m. 1,50, con una larghezza di m. 0,80 alla base e m. 3,05 al livello del letto del fiume. I blocchi impiegati cubavano circa 6 centesimi di metro cubo.

Il 3 agosto si armò la volta, il che richiese dieci giorni di lavoro. La volta fu incominciata il 23 agosto 1880; la chiave potè collocarsi il 17 settembre; la muratura dei timpani venne spinta con molta alacrità, cosicchè si potè mettere in posto il cordone il 29 novembre.

Il disarmo non ebbe luogo che 17 giorni dopo ultimata la volta, e si adoperarono le scatole di lamiera come

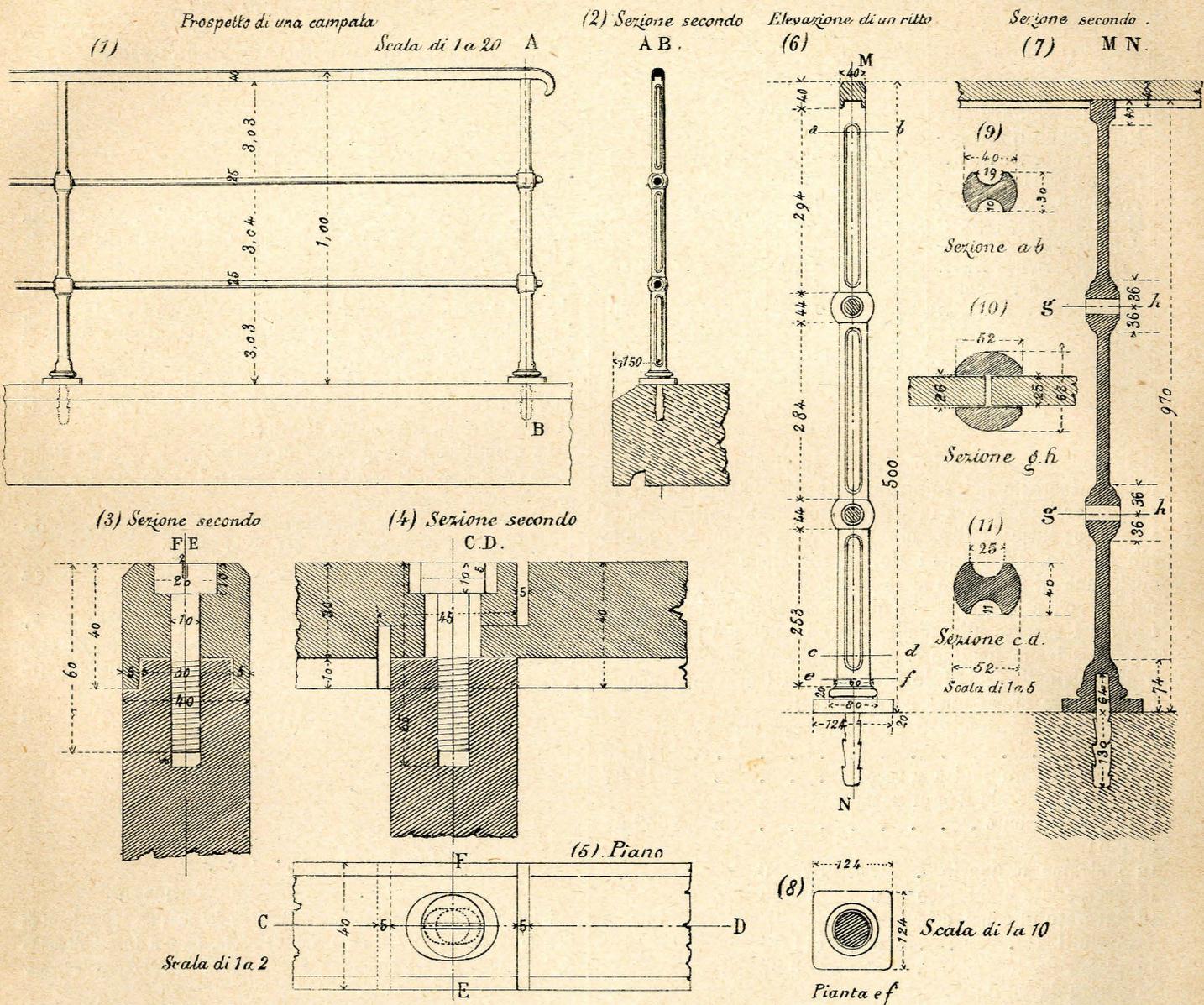


Fig. 115.

pel ponte sulla Dordogna; l'abbassamento totale fu di m. 0,020 sulla chiave della testata a monte, e di m. 0,018 sulla chiave della testata a valle. Le osservazioni furono ripetute 15 giorni dopo, e si è trovato, per la testata a monte, un abbassamento totale di m. 0,025, e per la testata a valle un abbassamento totale di m. 0,020. L'anno appresso si rinnovarono le osservazioni, e si riconobbe che la volta non si era più mossa; cosicchè la media dell'abbassamento totale fu di m. 0,0225.

Avendo io avuto occasione di fare delle osservazioni relativamente ai prezzi della pietra da taglio di grès e di granito impiegata dall'Impresa, ne do qui appresso alcuni risultati che potranno interessare.

Il prezzo d'estrazione della pietra tagliata alla sagoma prescritta fu di 40 lire il metro cubo pel grès e di 60 lire pel granito, per cui si comprende l'insistenza dell'Impresa a volere sostituire il grès al granito, visto che la Compagnia pagava lo stesso prezzo. Devesi però osservare che l'estrazione dava uno scarto di circa un metro cubo, il quale poteva utilizzarsi per conci martellati ed anche lavorati alla martellina, del valore medio di 20 lire. Per conseguenza, nel caso in cui lo scarto non avesse trovato il suo

impiego, il prezzo della pietra da taglio avrebbe dovuto portarsi a lire 60 pel grès ed a lire 80 pel granito.

Lo scarto delle cave di Savennes, donde proveniva il granito, era di due terzi; vale a dire che era superiore a quello delle cave di grès, stimato a metà, ma in cambio la scoperta della cava era più costosa; tuttavia le proporzioni suddette non ci sembrarono oltrepassare le condizioni ordinarie delle cave da noi visitate lungo tutta la linea.

La lavoratura delle faccie viste della pietra si pagava a metro quadrato come segue:

	Grès	Granito	Utensili
Pietra da taglio .	L. 8 a 10	L. 13 a 15	L. 1 a 1,50
Conci lavorati alla martellina .	L. 5	L. 5	id.
Conci martellati .	L. 3	L. 3	id.

Per ogni metro cubo di pietra da taglio si contano 6 metri quadrati di paramento.

La cava di granito trovavasi a 4 chilometri dal ponte e quella di grès a 15 chilometri; le spese pel trasporto ammontavano a L. 1,25 per chilometro.

In base ai dati esposti, il prezzo di costo della pietra da taglio, pel grès e pel granito, può calcolarsi come segue:

DESIGNAZIONE DEI LAVORI	CAVE DI	
	GRÈS	GRANITO
	lire	lire
Un metro cubo di pietra	40,00	60,00
Metri quadrati 6 di pa- ramento .....	$6 \times 10 = 60,00$	$6 \times 16,50 = 99,00$
Carico e scarico.....	2,00	2,00
Trasporto.....	$15k \times 1,25 = 18,75$	$4 \times 1,25 = 5,00$
Malta 1/10 a L. 36,40	3,65	3,65
Per avvicinare i mate- riali, posa, ecc .....	11,00	11,00
Spianamento, rifila- tura, ecc.....	5,90	5,90
<b>Totali .....</b>	<b>140,40</b>	<b>186,55</b>
Differenza ....	46,15	

Dalle cifre del quadro precedente risulta che la differenza principale nell'impiego delle due nature di pietra grès o granito, veniva in parte compensata dalle spese di trasporto; tuttavia il granito riusciva per l'Impresa molto più oneroso. Ad onta di ciò, la Direzione non credette opportuno di accordare la sostituzione del grès al granito, poichè non si trattava che di un solo manufatto, il quale trovavasi esposto alle piene del Chavanon nel punto dove esse riuscivano maggiori, e in causa delle sue dimensioni e disposizioni speciali, le pressioni cui trovavasi esposte le murature erano pure considerevoli.

Le quantità principali di lavoro eseguito sono:

Scavo . . . . .	M. c.	1371,33
Riempimento in pietra a secco . . . . .	»	1012,37
Muratura generale d'ogni natura, escluso il riempimento . . . . .	»	2653,54
di cui:		
In pietrame ordinario . . . . .	M. c.	2375,10
Id. scalpellato a mosaico » . . . . .	»	99,25
Id. lavorato in conci alla martellina . . . . .	»	111,06
In pietra da taglio . . . . .	»	63,27
In pietra da taglio gros- solanamente sbazzata . . . . .	»	4,86
	»	2653,54
Ghisa pei parapetti . . . . .	Chg.	839,80
Ferro pei parapetti . . . . .	»	1831,45
Scogliera . . . . .	M. c.	64,42
Armatura . . . . .	L.	4219,20

La superficie laterale in elevazione è di M<sup>2</sup> 550,00.  
 La lunghezza totale del ponte è di M. 50,00.  
 L'ammontare totale dei lavori, esclusi i rivestimenti dei quarti di cono, è di L. 97481,45.  
 Il prezzo per metro lineare dei manufatti risulta di:

$$L. 1949,63 = \frac{97481,45}{50}$$

Il prezzo per metro quadrato di superficie in elevazione è di:

$$L. 177,24 = \frac{97481,45}{550,00}$$

Finalmente il prezzo per metro cubo di muratura di ogni natura, esclusa quella di riempimento, è di:

$$L. 36,73 = \frac{97481,41}{2653,54}$$

G. CRUGNOLA.

## MECCANICA APPLICATA

DEL LAVORO MUSCOLARE DELL'UOMO  
 E DELLA CONVENIENZA DI MIGLIORARE LA NUTRIZIONE  
 DEI LAVORATORI DEI CAMPI.

*Continuazione e fine*

### Deiezioni.

La traspirazione e la respirazione espellono dall'organismo l'acido carbonico, e una certa quantità dell'acqua contenuta nelle bevande e negli alimenti solidi.

La maggior parte, se non la totalità dell'azoto generato, l'acqua che non è stata evaporata dalla traspirazione cutanea o dai polmoni, i residui non digeriti degli alimenti sono eliminati sotto forma di deiezioni liquide o solide.

*Deiezioni liquide.* — La maggior parte dell'acqua, l'azoto e le materie minerali, da cui l'economia animale ha d'uopo giornalmente di venir liberata, compongono le urine.

La quantità e la composizione di questo liquido varia fra limiti molto estesi, a seconda degli *alimenti presi* e dell'*attività più o meno grande della respirazione*.

La proporzione dell'acqua nell'urina normale tanto per l'uomo che per gli animali da lavoro varia dal 92 al 98 0/0.

La densità è d'ordinario fra 1,015 e 1,018, raramente discende a 1,005 e raramente sale a 1,030.

L'analisi delle urine è cosa molto complicata, ed anche molto incerta per causa di certi prodotti non bene ancora definiti, ma che pare non abbiano che una importanza secondaria nello studio quantitativo dei fenomeni vitali.

Ecco un'analisi data da Berzelius che molto concorda colle recenti esperienze.

Acqua . . . . .	93,30
Urea . . . . .	3,00
Acido urico . . . . .	0,10
Altre materie organiche . . . . .	1,75
Materie minerali . . . . .	1,85
	<hr/>
	100,00

L'urina contiene inoltre in dissoluzione dei gas; su 100 volumi di liquido si hanno da 0,6 ad 1 vol. di azoto, da 4 a 15 vol. di acido carbonico libero o combinato, e tracce insignificanti di ossigeno libero.

\*

L'urea è la materia azotata meglio conosciuta e più abbondante dell'urina.

È una materia cristallizzabile così definita:

Carbonio . . . . .	20,0	} C <sup>2</sup> H <sup>2</sup> Az <sup>3</sup> O <sup>3</sup>
Ossigeno . . . . .	26,7	
Idrogeno . . . . .	6,6	
Azoto . . . . .	46,7	
	<hr/>	100,0

con 4 equivalenti d'acqua dà luogo al carbonato di ammoniaca (Az H<sup>5</sup> HO, CO<sup>-</sup>).

Questa trasformazione ha luogo quando l'urina si putrefa spontaneamente all'aria.

L'urea è il prodotto della ossidazione di materie azotate contenute nel sangue.

L'acido urico e qualche altra sostanza non si trovano che in piccole quantità, e la loro presenza dipende da cause non bene conosciute.

\*

Il peso dell'urina emessa dall'uomo nelle 24 ore varia, a seconda degli individui e delle circostanze, da 800 a 2000 grammi.

In tale quantità di urine vi sono da 22 a 36 gr. di urea, da 0,8 a 1 gr. di acido urico, qualche decigr. di altre sostanze di cui non ci occuperemo, e da 12 a 20 gr. di materie minerali, fra le quali la parte principale è cloruro di sodio o sal marino.

Ciò che a noi più importa di notare è che vi sono da 5 a 6 gr. di carbonio e da 15 a 20 gr. di azoto.

\*

Vi ha una certa relazione fra il peso degli individui e la quantità di urea emessa giornalmente.

Quando si beve assai aumenta il volume ed il peso totale delle urine, ma diminuisce la proporzione di materie solide per unità di volume, ossia per litro d'urina.

La natura degli alimenti ha grandissima influenza sulla quantità di materie solide espulse giornalmente nelle urine.

Lo sviluppo di lavoro meccanico ha desso una grande influenza sulla secrezione dell'urea?

Liebig attribuiva una grande influenza sulla produzione del lavoro muscolare alla trasformazione in urea delle sostanze albuminoidi.

Lavori recentissimi di fisiologi tedeschi hanno provato ancora una volta la teoria di Lavoisier, ossia di cento anni fa, che il lavoro muscolare dipende essenzialmente dal calore generato dall'ossidazione degli elementi combustibili, e soprattutto del carbonio contenuto negli alimenti.

Se l'uomo è convenientemente nutrito, la consumazione degli alimenti facendosi sempre maggiore a misura che cresce il lavoro meccanico, anche le escrezioni aumentano nello stesso rapporto, e quindi è che la quantità d'urea giornalmente prodotta può risultare perfino raddoppiata.

Ma vuolsi notare che la quantità di acido urico diminuisce a misura che il lavoro muscolare aumenta.

E ciò spiegherebbe il motivo per cui gli uomini un po' troppo pigri vanno di preferenza soggetti alle affezioni calcolari che non gli uomini attivi.

Riportiamo qui i risultati di esperimenti eseguiti su di uno stesso individuo.

	Nelle 24 ore: Urea	Acido urico
	gr.	gr.
Stando in riposo . . . . .	31.55	1.61
Facendo un lavoro muscolare ordinario . .	44.19	0.89
Sviluppando un lavoro muscolare eccezionale	55.98	0.53

\*

*Deiezioni solide.* — Esse contengono tutte le materie che non hanno potuto essere assimilate all'atto della digestione, mescolate con alcune secrezioni intestinali.

Negli animali carnivori la quantità di escrementi solidi è poca cosa; in media è di 30 gr. di materie secche per ogni 100 chilogr. di peso vivente.

E queste materie possono essere rese venti ore dopo la loro introduzione cogli elementi nutritivi.

Negli animali erbivori gli alimenti impiegano ben maggior tempo ad attraversare le vie digestive, e vi dimorano perfino otto giorni; il peso delle materie non digerite è anche più considerevole, e può giornalmente elevarsi a 600 gr. per 100 chilogr. di peso vivente.

Nell'uomo che si ciba di alimenti misti il peso delle deiezioni solide nelle 24 ore è da 100 a 180 gr., col 75 0/10 d'acqua.

Il peso degli escrementi solidi per l'uomo è dunque in media di 50 gr. al giorno per ogni 100 chilogr. di peso vivente.

\*

La massa giornaliera delle deiezioni solide non dipende soltanto dalla composizione chimica elementare separatamente presa dei singoli alimenti, ma molto dipende dal modo con cui questi alimenti si associano.

Hoffmann ha constatato che un individuo il quale riceveva ogni giorno 1 chilogr. di patate, 200 gr. di lenticchie e 400 gr. di pane, nella quale razione si contenevano gr. 14.7 di azoto, rendeva giornalmente 7 gr. di azoto nelle urine e 7 gr. nelle deiezioni solide.

Mentre lo stesso uomo quando era nutrito con una razione di carne e di grasso, da contenere la stessa quantità d'azoto di prima, rendeva solamente gr. 2.6 di azoto nelle deiezioni solide e tutto il resto dell'azoto era nelle urine.

Ciò prova ad evidenza che la razione di carne determinava la digestione di una quantità d'azoto tripla in peso di quella che fosse utilizzata colla razione vegetale.

Questo esempio ci dimostra già la convenienza di mescolare convenientemente gli alimenti della razione giornaliera.

E ci dimostra che non è punto esatto dire che un dato peso di amido e un dato peso di grasso, contenente lo stesso peso di carbonio, possano ritenersi come equivalenti quanto a nutrizione; o che siano per lo stesso effetto equivalenti le materie azotate della carne, ed un corrispondente peso di glutine o di legumi, aventi la stessa quantità di azoto.

\*

*Riassumendo* si è riconosciuto che un uomo consuma giornalmente ed in media da 200 a 225 gr. di carbonio, espulso colla respirazione allo stato di acido carbonico, da 5 a 6 gr. esistente nelle urine, da 12 a 15 gr. esistente nelle deiezioni solide; in tutto 240 gr. di carbonio.

Per altra parte troviamo da 15 a 20 gr. d'azoto nelle urine, da 2 a 3 gr. nelle deiezioni solide e quindi in via di approssimazione 20 gr. di azoto.

Inoltre il corpo umano elimina presso a poco 2000 gr. d'acqua ed una certa quantità di sali, ossia di materie minerali, delle quali non ci occuperemo, perchè negli alimenti sono sempre più in eccesso che in difetto.

### Materie alimentari.

È dunque necessario prima d'ogni cosa che la razione alimentare del giorno contenga le quantità di carbonio, di azoto e di acqua eguali a quelle che giornalmente occorrono alla economia del nostro organismo.

E cercando di scegliere tra le materie alimentari, è ben naturale che il nostro sguardo si rivolga di preferenza a quelle che sono più ricche di carbonio e di azoto.

Si è così condotti a dividere tutte le materie alimentari in due classi: Le materie non azotate e le materie azotate.

Le prime sono composte di carbonio, di ossigeno e di idrogeno.

Le seconde contengono del carbonio, dell'ossigeno, dell'idrogeno e dell'azoto, e sono anche designate col nome di sostanze albuminoidi; tali sono, ad es., l'albumina, la fibrina, la caseina, il glutine, la legumina, ecc.

Nelle materie non azotate vi è luogo a distinguere due classi.

La prima, delle materie grasse, le quali contengono un gran numero di equivalenti di carbonio e d'idrogeno e un numero relativamente piccolo di equivalenti di ossigeno.

La seconda è quella degli zuccheri e delle materie che nel nostro organismo si trasformano in zucchero, come l'amido.

Dal punto di vista della loro azione nell'organismo, queste due classi hanno grandi differenze.

1 chilogr. di materie grasse esige tre volte il proprio peso di ossigeno per trasformarsi in acqua ed in acido carbonico; ma sviluppa 9900 calorie.

1 chilogr. di materie zuccherine per subire la stessa trasformazione non esige molto più che 1 volta il suo peso di ossigeno; ma non sviluppa che 3200 unità di calore.

Ne segue che la stessa quantità di acido carbonico raccolto dalla espirazione può rispondere a diverse quantità di calore sviluppate nell'organismo, secondochè il carbonio con cui si è combinato proveniva da questa o da quest'altra materia alimentare.

Per conseguenza non basta tener conto della quantità di carbonio contenuta negli alimenti; bisogna notare eziandio le proporzioni relative dell'idrogeno e dell'ossigeno.

Le materie azotate e le materie grasse predominano in generale nella carne degli animali erbivori, della quale noi ci nutriamo.

Le sostanze zuccherine e quelle aventi la stessa composizione degli zuccheri sono invece somministrate in massima parte dal regno vegetale; tuttavia le piante contengono pure materie azotate e materie grasse affatto simili a quelle che troviamo nella carne degli animali.

Si conoscono alcune analisi:

	Azoto	Carbonio	Grasso	Acqua
Carne arrostita . . . . .	3.53	17.76	5.19	69.89
Pane ordinario . . . . .	1.20	30.00	1.50	35.00
Mais . . . . .	1.70	44.00	8.80	12.00
Riso . . . . .	1.80	41.00	0.80	13.00
Patate . . . . .	0.33	11.00	0.10	74.00
Fagioli secchi . . . . .	4.15	48.50	2.60	5.10

Queste analisi, per il modo con cui sono fatte, non ci permettono ancora di calcolare il calore prodotto dalla combustione di quegli alimenti, che contengono notevoli proporzioni di materie grasse; ma servono ad ogni modo benissimo a dimostrare la convenienza di associare fra loro sostanze alimentari differenti.

#### Come si debbano comporre le razioni giornaliere.

È cosa difficile a trovare in natura una sostanza alimentare la quale contenga azoto e carbonio nelle proporzioni convenienti per bastare senza deficienza o senza eccesso di uno di questi elementi al nutrimento dell'uomo.

Poniamo che l'uomo si nutrisse solamente di *pane*.

Dappoichè troviamo nelle deiezioni dell'uomo 21 gr. di azoto al giorno, l'uomo dovrebbe mangiare chilogr. 2,1 di pane al giorno per trovare nel suo alimento il peso d'azoto che perde nelle 24 ore.

Ma in questo peso di chilogr. 2,1 di pane vi sono più di 600 gr. di carbonio, mentre invece l'uomo che ha nelle deiezioni 21 gr. di azoto non ha d'uopo di consumare che 230 gr. circa di carbonio.

Avremmo dunque 360 gr. di carbonio che andrebbero perduti o nelle deiezioni o con una combustione respiratoria esagerata.

Se lo stesso individuo dovesse solo nutrirsi di *carne*, troverebbe in 700 gr. di carne la quantità d'azoto giornalmente necessaria.

Ma 700 gr. di carne non contengono che 77 gr. di carbonio, mentre egli ha bisogno di 230 gr. di carbonio. E se dovessimo mangiare tanta carne che basti per avere i 230 gr. di carbonio, avremmo tanto azoto in eccesso, che lo stomaco non potrebbe sopportare a lungo questo regime senza gravi inconvenienti.

Ecco dunque la necessità di mescolare gli alimenti troppo ricchi di carbonio, come il pane, cogli alimenti troppo ricchi di azoto, come le carni, allo scopo di avere dal miscuglio la voluta proporzione.

Stando all'es. citato si troverebbe che 592 grammi di pane e 500 di carne presi insieme contengono presso a poco esattamente 21 gr. di azoto e 230 gr. di carbonio.

\*

Vi sono altre esperienze molto concludenti che mettono in evidenza l'utilità di mescolare principii immediati differenti nel comporre la razione giornaliera.

Per quanta sia la quantità di albumina fatta inghiottire ad un'anitra, essa non ne può digerire che gr. 1.26 per ora.

Or bene questo peso di albumina contiene meno carbonio di quel che sia necessario all'anitra all'ora per la respirazione.

Se adunque l'anitra non mangiasse che albumina, morirebbe di inanizione.

La stessa anitra se fosse invece nutrita di sola gelatina, non ne potrà mai digerire più di gr. 4.40 all'ora; il resto che le si fosse fatto ingoiare di più, lo troveremo nelle deiezioni.

Ma se noi diamo nello stesso tempo all'anitra gr. 1.26 di albumina e gr. 4.40 di gelatina, essa digerisce ad un tempo e l'uno e l'altro peso di alimenti, e trova nella somma la razione giornaliera sufficiente al suo mantenimento.

Nutrire un cane di solo zucchero, o di sola fibrina, o di solo grasso sono tre cose impossibili. Mescolando convenientemente le tre sostanze si ottiene nell'animale un ingrassamento rapidissimo.

\*

Non sempre l'analisi elementare delle sostanze può bastare per giudicare del valore di queste come alimento.

Lo zucchero e la gomma, per es., chimicamente analizzati hanno la stessa composizione. Eppure si comportano nella economia animale in modo affatto differente.

Lo zucchero attraversa le membrane del canale digestivo ed entra nella circolazione del sangue; la gomma si trova invece in gran parte nelle deiezioni solide, senzachè abbia preso parte alla combustione respiratoria.

#### Come debbasi somministrare la quantità di calore occorrente.

Non basta a mantenere l'uomo in salute ed in forza che si restituisca al suo corpo in determinati periodi quegli alimenti che è costretto a perdere colla espirazione, colla traspirazione e nelle deie-

zioni liquide e solide; è necessario che gli alimenti somministrino all'uomo la *quantità totale di calore* di cui a seconda dei casi egli ha bisogno. È quindi necessario di regolare in armonia col fenomeno della respirazione la quantità e la qualità degli alimenti in modo da produrre nell'uomo tanto calore quanto esso ne deve spendere.

Sappiamo che ogni combinazione chimica dà luogo ad un fenomeno di calore, ossia dà luogo a sviluppo o ad assorbimento di calore.

Per calcolare quindi la quantità di calore sviluppata da un certo peso di materie alimentari nel passaggio di queste attraverso l'organismo, bisognerebbe poter esattamente conoscere le numerose e complicate trasformazioni che queste sostanze subiscono, e la quantità di calore a cui dà luogo ognuna delle reazioni successive.

La produzione del calore non dipende solamente dalla quantità di acido carbonico e d'acqua che si va formando; ma vi sono certi composti che passano ad uno stadio superiore di ossidazione senzachè ciò dia luogo a sviluppo di acido carbonico. E similmente può pure accadere che si estrichi da un composto carbonato, per effetto di altra combinazione, dell'acido carbonico libero, senzachè ciò significhi che si sia fissata una sola molecola di ossigeno.

La determinazione esatta delle quantità di calore sviluppate dalle reazioni chimiche nel nostro organismo è cosa dunque assai complicata, abbenchè i rapidi progressi della termochimica ci facciano sperare che non tarderemo ad avere gli elementi numerici necessari a questa determinazione.

E in tale attesa si ammette per intanto che una determinata sostanza svolga nella sua combustione completa la stessa quantità di calore, qualunque siano le combinazioni intermedie per le quali è fatta successivamente passare.

Ci limitiamo adunque per ora ad ammettere solo in via di prima approssimazione che il calore sviluppato nel nostro organismo da un alimento non azotato sia uguale a quello prodotto da un peso di carbonio e da un peso d'idrogeno eguali a quelli che troviamo nell'acido carbonico e nell'acqua che risultano dalla ossidazione.

E quanto agli alimenti azotati si calcola nello stesso modo la quantità di calore che sarebbe sviluppata da una combustione completa; ma si sottrae la quantità che si svilupperebbe dalla combustione completa di un peso d'urea che contenesse tutto l'azoto dell'alimento considerato.

Non è a dire quanto lasci a desiderare questo metodo dal punto di vista teorico, specialmente per ciò che riguarda i composti azotati. Tuttavia i risultati sono abbastanza bene concordanti coi fatti osservati, e così operando si è già arrivati ad alcune conseguenze di pratica utilità.

Numero di calorie sviluppate nell'organismo da un chilogr. di:

Mollica di pane . . . . .	calorie 2146
Crosta del pane . . . . .	» 4289
Rosso d'uovo . . . . .	» 3306
Bianco d'uovo . . . . .	» 575
Carne magra di bue. . . . .	» 1423
Grasso di bue. . . . .	» 9069
Latte . . . . .	» 626
Burro . . . . .	» 7264
Olio di fegato di merluzzo. . . . .	» 9107
Zucchero . . . . .	» 3348

Questi numeri suppongono che il chilogr. di materia sia perfettamente ben digerito.

Conoscendosi la razione giornaliera di un uomo assoggettato ad esperimento e la massa delle deiezioni solide e liquide, si riesce così a calcolare il calore sviluppato dalla parte degli alimenti che è stata digerita.

A questo metodo poi può servire di controllo l'osservazione diretta dell'acido carbonico espirato, dell'acqua, e le relative misure calorimetriche dirette, prese colla persona nel calorimetro.

\*

Per fare un esempio, riprendasi il caso dell'uomo che si ciba con 592 gr. di pane, e 500 gr. di carne.

Ammettendo in questa razione 230 gr. di carbonio, e 18 gr. di idrogeno in eccesso, si trova che:

18 gr. di idrogeno . . . . .	danno calorie	620
e che dei	209 espirati in acido carbonico. » »	1689
230 gr. di carbonio	6 gr. in 30 gr. di urea . . . » »	315
	15 gr. nelle deiezioni solide, e perciò perduti . . . . . » »	—

E quindi in tutto calorie 2624

OVVERO SI PUÒ GIUNGERE ALLO STESSO RISULTATO DIRETTAMENTE COSÌ:		
592 gr. di pane	mollica 467 gr. . . . .	danno calorie 1002
	crosta 125 gr. . . . . » »	536
500 gr. di carne	parte magra 440 gr. . . . . » »	626
	grasso 60 gr. . . . . » »	544

Totale calorie 2708

Meno 15 gr. di carbonio nelle deiezioni solide . . » 121

Restano utilizzabili calorie 2587

Dal quale esempio se non altro si vede come leggierissime modificazioni di proporzioni anche solo nella qualità della carne, dall'essere dessa un po' più, un po' meno grassa, possano esercitare una enorme influenza sulla quantità di calore sviluppabile, e quindi su tutte le funzioni dell'organismo.

#### Di altre circostanze influenti sulla nutrizione dell'uomo.

Il nutrimento, se da una parte è questione di primaria importanza per l'igiene dell'uomo, esso figura per altra parte nella azienda economica dei braccianti, dei lavoratori di campagna, come la spesa più rilevante, risultando del 65 al 73 0/0 di tutte le spese.

Di qui la necessità di studiare attentamente tutto ciò che riguarda questa causa così essenziale della produzione del lavoro meccanico.

Si sa che la nutrizione dell'uomo varia per una infinità di circostanze, che il clima del luogo, che il genere del lavoro, che le abitudini contratte, sono tutte cose da cui non è possibile fare astrazione; ed abbenchè l'uomo abbia in alto grado la facoltà di abituarsi a diversi regimi di vita, sarebbe vera imprudenza se, in ispecie nelle campagne, si volessero d'un tratto modificare le abitudini consacrate dal tempo. Ogni più utile variazione si tradurrebbe il più delle volte in vera sofferenza, o quanto meno potrebbe essere causa di minori soddisfazioni e di malcontento.

Anche le più logiche e favorevoli modificazioni vogliono essere introdotte poco a poco con molta prudenza, e facendo anzi in modo che vengano dagli stessi operai desiderate.

\*

L'influenza del clima non può essere posta in dubbio.

Più l'uomo abita le regioni del Nord e più sente il bisogno di consumare maggiore quantità di alimenti.

L'indiano vive con una libbra di riso, mentre tutti sanno dai racconti degli esploratori delle regioni polari quale enorme consumo di carne, pesce ed olio facciano gli Esquimali.

Il soldato italiano che va nella *baia d'Assab*, mentre consuma in Italia Chg. 11,8 di alimenti solidi per settimana, non riuscirà forse che a consumare Chg. 8 circa degli stessi alimenti in quelle regioni ancorchè faccia vita più attiva.

Tutti poi ci accorgiamo del maggior nutrimento che prendiamo in inverno anzichè nella state.

Non sono adunque regole fisse nè razioni precise ed immutabili quelle che si debbono dare: ma precetti generali, da applicarsi in ogni caso e con criterio.

\*

Dietro osservazioni abbastanza variate, risulta che l'uomo, rimanendo in quasi *assoluto riposo*, ha d'uopo giornalmente per vivere di introdurre nel proprio corpo:

gr. 3,6 di carbonio } per ogni Chilogrammo  
e gr. 0,2 di azoto } di peso vivente.

Dietro questi dati, ad un uomo di 65 Chg. occorrono giornalmente 234 grammi di carbonio e 13 grammi di azoto.

Fanno eccezione a questa regola i ragazzi, per l'accrescersi della statura.

Le quantità di carbonio e di azoto occorrente per Chg. di peso vivente sarebbe di:

	Carbonio	Azoto
Durante l'infanzia . . . gr.	9,84	gr. 0,96
Verso i 10 anni . . . »	6,84	» 0,40
Verso i 16 anni . . . »	4,27	» 0,30
Per l'adulto . . . . . »	3,6	» 0,20

\*

Ma se l'uomo si muove, se lavora e si affatica, l'esperienza ci dimostra che aumenta il consumo di carbonio, che aumenta il consumo dei prodotti azotati; e che l'aumento di questi ultimi ha luogo ben più rapidamente del primo.

Così se l'attività del lavoro muscolare esige l'aumento di  $\frac{1}{5}$  o di  $\frac{1}{6}$  sulla dose degli alimenti carburati, è d'uopo inoltre aumentare addirittura del doppio la dose degli alimenti azotati.

È poi da notare che il nostro gusto, le abitudini, e perfino una specie di istinto, conduce l'operaio ad appetire ed a meglio gustare quei cibi che più gli confanno.

#### Quantità di carbonio e di azoto occorrenti.

Della razione giornaliera dobbiamo dunque distinguere idealmente due parti; l'una destinata a nutrire l'uomo, come se stesse sempre in riposo; e l'altra destinata a compensare il lavoro muscolare esercitato e tradotto in lavoro meccanico esterno.

La prima parte è necessariamente costante, almeno per un certo periodo di giorni; e la seconda varia necessariamente da giorno a giorno e da operaio ad operaio, dipendentemente dalla quantità del lavoro muscolare esercitato.

Si sono fatte parecchie osservazioni su intiere famiglie, poste in località differenti, e le osservazioni si estesero a tutto un anno.

Razioni di carbonio ed azoto prese giornalmente per chilogrammo di peso vivente:

Carbonio gr.	Azoto gr.	
8,341	0,380*	Quimper
» 8,268	» 0,316	
» 9,583*	» 0,362	Alti Pirenei
» 7,388	» 0,336	
» 6,634	» 0,282	
» 6,203	» 0,335	
» 5,473	» 0,236	
» 4,739*	» 0,221*	Yonne
» 4,935	» 0,222	
media gr. 6,840	gr. 0,299	

Si conoscono altri estremi eccezionali, oltre a quelli su notati con asterisco:

gr. 10,300	gr. 0,400	Aisne
» 4,600	» 0,175	Sarthe

Nei lavoratori di campagna le stesse cifre oscillano fra limiti molto ristretti:

gr. 7,292	gr. 0,328
» 7,939	» 0,445

I terraiuoli della ferrovia di Rouen:

gr. 7,745	gr. 0,510
-----------	-----------

Vuolsi che l'osservazione più esatta sia quella di un vecchio farmacista, di 76 anni, che ritiratosi a vita campestre non si occupò che di pesare 15 anni di seguito e registrare il proprio nutrimento. Le sue cifre massime sono:

gr. 4,976 e gr. 0,169

\*

Non sono i casi eccezionali, ma le medie dei casi ordinari che più ci occorrono. Così per uomini di media robustezza e media statura si può ritenere occorrere giornalmente le seguenti quantità di:

	Carbonio	Azoto
Allo stato di riposo . . . gr.	258,60	gr. 11,92
Con lavoro moderato . . . »	337,92	» 19,56
Con lavoro attivo . . . . »	442,12	» 25,33

Si cercava negli anni addietro di trovare qual fosse il rapporto più conveniente tra il peso di carbonio e quello dell'azoto per la migliore nutrizione dell'uomo.

Queste cifre indicano invece che quel rapporto non può essere una quantità costante.

Quando l'uomo lavora, deve crescere bensì la quantità di carbonio e deve crescere la quantità dell'azoto; ma la quantità di materie azotate necessarie al mantenimento dell'organismo aumenta molto più rapidamente.

#### Bevande alcoliche.

I fisiologi hanno molto discusso sull'ufficio delle bevande alcoliche. È innegabile il buon ufficio del vino, della birra e simili bevande alcoliche, quando questi liquidi sono presi in proporzioni convenienti.

L'alcool è bruciato nell'organismo e concorre alla produzione del calore animale.

Ma se trovasi in eccesso, sì che non potesse essere tutto bruciato l'eliminazione dell'alcool in eccesso deve potersi fare per mezzo delle urine, o per mezzo della traspirazione polmonare; ha luogo allora una vera indigestione, siccome avviene per qualsiasi altro alimento assorbito in quantità che eccede il potere comburente dell'organismo: e ne può derivare l'ebbrezza, se pure non avviene altro fenomeno più fatale.

#### Sostanze minerali.

Gli agricoltori, i quali sanno così bene quanto importino per la vita ed il buon sviluppo delle piante le sostanze minerali, dovrebbero pure preoccuparsi un poco della natura e della proporzione dei sali minerali che vogliono essere contenuti negli alimenti.

Tutti sanno com'è disgustosa e penosa la deficienza del sal marino negli alimenti, e basterebbe questo fatto a dimostrare l'influenza di certe sostanze saline sul nostro organismo.

È pure un assioma che gli animali deperiscono molto prontamente quando sono nutriti con alimenti troppo poveri di fosfati.

È certo che tutte le sostanze minerali le quali entrano nei nostri tessuti e quelle stesse che semplicemente attraversano il nostro organismo, hanno un ufficio speciale da compiere.

Per altra parte i vegetali e le sostanze animali di cui ci nutriamo contengono proporzioni molto variabili di materie saline.

Ben più sovente di quello che si pensa, avviene dunque che il nostro nutrimento non abbia la dose voluta di sostanze minerali.

Sarebbero desiderabili esperimenti atti a determinare in modo più preciso e generale la proporzione delle sostanze minerali necessarie al buon mantenimento del nostro organismo e la quantità di questi elementi realmente contenuti nelle diverse sostanze alimentari.

È certamente possibile che molte anomalie le quali si notano nel regime dell'uomo e degli animali e che non si sanno spiegare, dipendano da difetto o da eccesso di sostanze minerali negli alimenti o nelle bevande.

Ma ci mancano a questo riguardo dati precisi.

Sappiamo soltanto che ordinariamente nella razione giornaliera dell'uomo entrano

da gr. 1.90 a	5.20	di acido fosforico
»	3.20 a 11.00	di cloro, ossia:
»	5.30 a 18.00	di sal marino
»	5.10 a 10.25	di soda
»	1.70 a 6.60	di potassa
»	0.15 a 0.40	di calce
»	0.15 a 0.20	di magnesia

Poi vi sono altre sostanze le quali si trovano in quantità minime, ma che sono ben più energiche, come il fluore, il iodio, l'arsenico ed i metalli alcalini più rari: e queste sostanze hanno assai probabilmente un ufficio importante da compiere nello sviluppo e nel buon mantenimento del nostro organismo, ufficio che noi non conosciamo ancora.

#### Conclusione finale.

Premessi questi cenni generali sull'alimentazione dell'uomo, è d'uopo che ora dimostriamo che nutrendo più convenientemente i braccianti, diminuisce grandemente il costo della mano d'opera, ossia del lavoro meccanico fatto a braccia d'uomo.

Abbiamo visto che un lavoratore di campagna sviluppava normalmente i suoi 88,000 chilogrammetri al giorno; e che un terraiuolo

impiegato nei lavori di una ferrovia, ben robusto e ben esercitato, sviluppava giornalmente 220,000 chilogrammetri. Il lavoro del primo operaio risponde a 207 calorie, e quello del secondo a 517 calorie.

La razione giornaliera degli alimenti per il primo dava luogo ad uno sviluppo totale di 4900 calorie, e quella per il secondo a 5360 calorie, donde una utilizzazione

$$\begin{aligned} \text{per il primo di} & \quad \frac{207}{4900} = 4\% \\ \text{e per il secondo di} & \quad \frac{517}{5360} = 9\% \end{aligned}$$

ossia un rendimento più che doppio per l'uomo ben nutrito.

In media generale si può ritenere per l'uomo:

	N° di calorie occorrenti	Effetto utile in lav. mecc. esterno
in riposo assoluto . . . . .	2600	0.
lavorando debolmente . . . . .	4200	3 %
a lavoro ordinario . . . . .	4800	4 %
lavorando a tutta forza . . . . .	6000	9 %

Dovendo sviluppare queste calorie, si può scegliere fra diverse materie alimentari; abbiamo visto che una sola non può servire, ch'è necessaria la mescolanza; e siccome le sostanze alimentari sono tante, è sempre possibile trovare di quelle miscele che costano meno, che sono le più igieniche, e che ad un tempo sviluppano la necessaria quantità di calore.

Dato per impossibile ipotesi che si potesse nutrire un uomo di solo pane

per le 2600 cal. in riposo basterebbero di pane con 1/4 di crosta Cg. 0.7  
» 6000 » del massimo lavoro occorrerebbero . . . » 1.6

Se lo si volesse nutrire di pura carne magra di manzo

per le 2600 calorie occorrerebbero . . . . . Cg. 1.8  
» 6000 » » . . . . . » 4.2

Se di puro grasso di bue

per le 2600 calorie . . . . . » 0.29  
» 6000 » . . . . . » 0.66

Se di riso

per le 2600 calorie . . . . . » 0.70  
» 6000 » . . . . . » 1.62

A terminare convenevolmente il nostro argomento, bisognerebbe poter rispondere ancora a queste due domande:

Qual'è la razione alimentare media annuale del lavoratore delle nostre campagne?

E questa razione è dessa sufficiente perchè i medesimi possano sviluppare, e si sentano stimolati ad esercitare tutta l'energia di cui dovrebbero essere capaci?

Per quanti casi pratici si vogliono prendere ad esaminare, si troverebbe sempre che la razione giornaliera abituale dei lavoratori delle nostre campagne, tanto più quando provvedono da loro stessi al proprio sostentamento, è appena sufficiente al buon mantenimento dell'organismo, se l'uomo è in assoluto riposo. Essa è affatto insufficiente, e spesse volte poco adatta per la natura stessa degli alimenti ad assicurare la produzione di tutta la energia meccanica di cui l'uomo è capace, ed a compensarne le perdite.

È adunque ben a torto che noi rimproveriamo in generale ai nostri braccianti la poca attività, la nessuna energia, l'eccessiva lentezza.

Il lavoro medio dell'operaio è in ragione diretta del suo nutrimento; ei non può trovare in se stesso nè la volontà nè la possibilità di fare di più, se non vi si provvede con un più razionale nutrimento.

D'altronde abbiamo veduto come il maggior rendimento in lavoro meccanico cresca assai rapidamente appena si cresce di un cotal poco la razione degli alimenti.

Abbiamo dunque interesse ad aumentare la razione degli alimenti, perchè così diminuisce il prezzo della unità di lavoro meccanico.

Tutti coloro che hanno d'uopo di braccianti, hanno grande interesse a studiare questi problemi ed a nutrire essi stessi i loro braccianti; tanto più se si considera che le spese di nutrizione per il bracciante entrano nella proporzione del 60 al 73 per cento di tutto ciò che spende annualmente.

L'accrescimento del lavoro che ne consegue compensa più del doppio la spesa maggiore.

Ed ecco un punto di vista dal quale il nostro interesse particolare collima con quello del generale benessere delle popolazioni agricole.

Così operando, le popolazioni delle campagne anziché diminuire incessantemente, siccome tuttora vediamo, ora portandosi verso le città ed i centri manifatturieri, ora emigrando in lontane regioni, tra la speranza e lo sgomento di ignoto avvenire, troverebbero nel lavoro delle campagne la fonte migliore del loro benessere.

Speriamo di aver provato con spiegazioni di fatto e coll'evidenza delle cifre che un aumento insignificante nella razione alimentare, tale da migliorare le sorti dei lavoratori, è una necessità di primo ordine; che provvedendo con lieve aumento di spesa al benessere dei lavoratori, non possiamo neppure dire di fare opera puramente meritoria, perchè possiamo restar certi di avere duplicato il nostro interesse.

In generale tutti amano sentirsi dire progressisti nel vero senso della parola. Ma se si bada alla razione giornaliera dell'operaio dei campi, ben dobbiamo ammettere che il progresso tra noi non è così grande.

Tutti gli uomini che hanno a cuore gli interessi dell'agricoltura devono sforzarsi e coi precetti e coll'esempio di ottenere un sensibile miglioramento nella condizione dei lavoratori dei campi. Accrescere loro la razione alimentare fino al limite della scienza additato, è aumentare del doppio la energia fisica di un uomo che lavora, è come un duplicare il numero dei lavoratori, che ci sono così scarsi; mentre siamo certi di provvedere al nostro particolare interesse provvediamo pure al benessere generale della umanità sofferente.

G. S.

## BIBLIOGRAFIA

### I.

**Relazione tecnica del progetto di fognatura per la città di Torino**, compilato dall'ingegnere Boella, *sulle norme tracciate dalla Commissione municipale*. Op. in-4°, di pag. 37. — Torino, 1884.

In questa relazione l'ingegnere Francesco Boella enuncia anzitutto le *basi generali* stabilite dalla Commissione municipale nominata per lo studio della fognatura, ed alle quali egli ebbe mandato d'informare il suo progetto.

E le basi erano le seguenti:

1° Che la canalizzazione sia a sistema unico, cioè debba ricevere ed esportare tutte le immondezze, tutte le acque domestiche e meteoriche.

2° Che tutte queste materie, raccolte da un collettore principale, debbano portarsi lontano dalla città.

3° Che il sistema di epurazione di queste acque lorde si debba fare col mezzo della irrigazione di una superficie di terreno sufficientemente estesa, perchè non possa essere saturata in breve tempo dalle sostanze concimanti.

4° Che la forma delle fogne debba essere ovoide, con una ampiezza maggiore delle attuali fogne della città, affine di rendere più facile il lavoro dei vuotacessi, e di impedire l'ingorgo prodotto da sabbia, corpi stranieri, ecc.

5° Che la pendenza delle fogne sia tale che possa sempre prodursi facile scolo delle materie e sia provvisto per una facile lavatura di esse.

6° Che sia impedita la retrocessione dei gas nelle vie e nelle abitazioni, e si stabiliscano correnti d'aria nella canalizzazione.

7° Che l'interno dei canali sia coperto di cemento per prevenire qualunque filtrazione dei liquidi attraverso alle loro pareti.

Inoltre, dal cav. Pecco, ingegnere-capo del Municipio, era stata indicata come zona irriganda la regione che trovasi sulla sponda sinistra della Stura, fra la strada di Milano ed il Po; e l'ingegnere Boella riconobbe con scrupolosa livellazione la possibilità di irrigare con un conduttore unico, da lui denominato *canale emissario*, una superficie di ben 5000 ettari, che nella proporzione di 1 ettaro per ogni 100 abitanti, potrebbe corrispondere ai bisogni di una popolazione doppia di quella che ora ha la città di Torino. Sulla natura di questo terreno e sulle proprietà acconce a ricevere e smaltire le acque della fognatura ricorderanno i lettori come il distinto professore ingegnere Fetterappa, interpellato in proposito, siasi pronunciato favorevolmente.

Il *canale emissario*, che avrebbe a dar sfogo alle acque di fognatura, partirebbe alquanto prima della barriera daziaria del Campo-santo; risulterebbe della lunghezza di ben 16 chilometri, dei quali metri 3200 in canale murato coperto (diametro m. 3, altezza m. 2,70, con fondo circolare e volto a pien centro) ed il resto a cielo scoperto, in trincea, con sezione trapezia, la quale si fa più piccola man mano che hanno luogo delle erogazioni per l'irrigazione. Le pendenze, salvo alcuni brevi tratti, sono tra il 0,25 ed il 0,20 per mille.

Ravvisata la possibilità e la convenienza d'avere per l'intera città due grandi displuvii o versanti principali, l'uno verso il Po e l'altro verso la Dora, il Boella progettò due *collettori principali*: l'uno del versante Po, che dal corso Dante all'imbocco nell'emissario risulterebbe della lunghezza di m. 4484 e con pendenza limitata a m. 0,30 per chilometro, onde avere ancora nei punti più depressi di piazza Vittorio e del Corso lungo Po il canale ad una profondità di metri 4,50 sotto il suolo; — l'altro del versante Dora, che partirebbe dal canale del Martinetto per raggiungere l'emissario dopo uno sviluppo di metri 3280, ed avrebbe pendenze varie tra il 2 ed il 6 per mille, ad eccezione di un ultimo tratto di 750 metri, per cui è d'uopo limitarsi alla pendenza di 0,3 per mille.

Tutta la superficie abitabile compresa nel perimetro della cinta daziaria, dell'area complessiva di ettari 1324, venne divisa in 19 bacini, delimitati per modo che la linea di fondo, o, come dicesi, il loro *thalweg*, permettesse di avere le arterie principali lungo i corsi di maggiore importanza e le pendenze riuscissero tali da non rendere necessario lo spurgo coi mezzi meccanici.

Diciassette bacini comprendono il corpo principale della città, nove per il collettore lungo Po e sette per il collettore lungo Dora. Gli altri due bacini riguardano rispettivamente i due borghi sulla sinistra della Dora e sulla destra del Po; il primo, detto dell'Aurora, ha il suo canale raccoglitore scaricantesi direttamente nell'emissario che gli passa vicino; il secondo, che è quello del Borgo Po, per la sua altimetrica posizione non potendo scaricare nel gran collettore della sponda sinistra, si è dovuto pensare ad una corrispondente estensione di terreno da essere irrigata sulla destra del Po, in una lunata del fiume della estensione di 75 ettari, sufficiente per una popolazione di sette ad ottomila abitanti.

A calcolare la portata massima e minima dei collettori d'ogni singolo bacino, l'Autore del progetto è partito dai seguenti dati:

1° Che la quantità dell'acqua potabile introdotta in città è presentemente di 180 litri per minuto secondo, pari ad una somministrazione giornaliera di litri 62,2 per ogni abitante; ma essendo in corso lavori per cui il quantitativo d'acqua potrebbe essere raddoppiato, l'Autore del progetto crede poter fare assegnamento in tempo di prolungata siccità sopra una distribuzione minima di litri 100 per ogni abitante, che corrisponde a litri 280 per 1", introdotti nella città.

2° Che il così detto canale di Torino, derivato da quello della Pellerina, presso il Martinetto, e della portata minima di 1000 litri al minuto secondo, può disporre di una rimanenza di 740 litri, destinata pur essa ad usi industriali, ma che *in casi opportuni* può essere impiegata mediante appositi distributori alla lavatura, sia dei canali bianchi che dei canali neri della città;

3° Che le acque meteoriche, secondo le indicazioni del pluviometro dell'Osservatorio di Torino, possono in casi eccezionali formare in poche ore uno strato di 6 centimetri, il quale esteso a tutta la città darebbe a smaltirsi dall'emissario un volume d'acqua di oltre a 40 metri cubi per minuto secondo.

Se non che, osserva l'ing. Boella, in tutte le città le quali hanno praticata la fognatura col sistema del *tout à l'égout*, la difficoltà fu sempre risolta lasciando che in tali circostanze le acque si versassero nei fiumi per mezzo di scaricatori.

Risulterebbe intanto dalle osservazioni che la quantità d'acqua dovuta a piogge ordinarie è limitata da un'altezza di 20 millimetri, mentre il di più, nel maggior numero dei casi, rappresenta sempre una qualche meteora straordinaria. E poichè ciò si verifica in media 12 volte all'anno, così per altrettante volte all'anno i fiumi Po e Dora andrebbero soggetti a ricevere il convoglio delle acque che non potrebbe essere ricevuto dall'emissario; mentre per tutto il resto del tempo le acque di pioggia riunite con quelle di fogna sarebbero portate sui campi d'irrigazione.

Nella relazione che ci sta sott'occhi, sono in apposito quadro registrate le portate massime e minime in litri per minuto secondo di ciascun collettore di bacino e dei collettori generali, dalle quali scaturisce quella dell'emissario; mentre per ogni bacino è pure indicato il volume d'acqua a scaricarsi in Po o nella Dora nei casi di temporali.

Secondo i calcoli su citati, avrebbero per il *canale emissario*, e quindi per l'irrigazione, le seguenti portate:

In caso di siccità, portata minima di litri 1230 al 1".

Colle piogge, portata ordinaria » 1700 »

In caso di temporali, portata massima » 3960 »

Quanto al bacino separato del borgo Po, la portata minima del suo collettore è calcolata di litri 8, e la portata massima di litri 1030, mentre la portata ordinaria è valutata a litri 20.

Stabilite le portate dei canali nei diversi tronchi, se ne determinano le sezioni, le quali vennero stabilite per il collettore lungo Po di cinque diverse grandezze, dalla più grande, che ha diametro di 3 metri ed altezza di 3 metri, con fondo circolare, e due marciapiedi larghi 0,70 in sbalzo di pietra, alla minore che incomincia a prendere la forma ovoidale, onde ottenere per le portate minime la massima velocità e l'impedimento dei depositi; questa sezione ha 2 metri di diametro e metri 2,60 di altezza, con due riseghe ad un metro sul fondo. I marciapiedi e le riseghe servono per collocare sui loro cigli delle rotaie in ferro, sulle quali dovrà correre un carrello con apposita paratoia e congegno per lo spurgo.

Per il collettore lungo Po sono proposte due altre sezioni ovoidali, di m. 2 di larghezza e m. 2,25 di altezza, la prima, e di m. 1,65 di larghezza e m. 2,15 di altezza, la seconda.

Le sezioni continuano ad essere di forma ovoidale tanto per il canale collettore dei singoli bacini, quanto per tutta la canalizzazione secondaria della rete; la sezione tipo più piccola ha m. 0,80 di altezza e m. 0,55 di larghezza.

Infine per la diramazione della canalizzazione delle vie agli scarichi delle latrine e tubi montanti, si sono progettati tubi circolari di diametro 0,50 e 0,30.

Sebbene il recipiente dei bacini trovisi sempre ad una profondità tale da permettere ai punti da esso più distanti di versare le loro materie con almeno la pendenza dell'1 per 100, si adottarono nondimeno in ogni bacino tante suddivisioni da riuscire ad ottenere delle pendenze per i canali secondari del 2 al 5 per 100, dando naturalmente al canale raccoglitore di ogni riparto una pendenza alquanto minore di quella di cui avrebbe bisogno se non ricevesse tributi.

Descritta così la disposizione generale della rete, l'autore del progetto tratta sommariamente delle opere da farsi perchè possa facilmente e lodevolmente funzionare, quali sono le lavature, le immissioni delle acque pluviali, gli spurghi, gli scaricatori, i forni ed i camini di ventilazione.

Per le occorrenti lavature in tempo di siccità, occorrendo distribuire in modo economico le poche acque d'uso industriale di cui si può saltuariamente disporre, l'ing. Boella pensa di servirsi dei canali bianchi di già esistenti per ogni via, e comunicanti quasi tutti fra loro, approfittando della circostanza che la canalizzazione proposta è collocata assai più bassa di tutti i canali bianchi e neri esistenti nella città; per cui con convenienti bocche di immissione dei canali bianchi attuali nei punti culminanti della canalizzazione progettata, si potrebbe fare la lavatura di quest'ultima. Quanto poi alla lavatura delle diramazioni che si spingono nelle case per raccogliere gli scoli provenienti dai cessi, l'ing. Boella propone che il tubo sfioratore del serbatoio dell'acqua potabile, che ora immette un piccolo filo d'acqua nei canali con nissun profitto, raccogliesi in uno di quegli apparecchi a getto intermittente, che già sono in uso a Parigi ed altre città, affine di avere una o due volte al giorno un getto violento e copioso d'acqua, capace in pochi istanti di espellere le materie rimaste aderenti alle pareti.

Quanto alle acque di pioggia è noto che nelle città in cui si è fatta la fognatura, queste acque si gettano direttamente nelle fogne per mezzo di bocche aperte sulla strada e munite di apparecchio a sifone per intercettare la corrente dei gas e degli odori ingrati.

Recentemente si sono adottati sistemi di casse in ferraccio, munite di getto d'acqua in pressione per purgarle. Oltre al pozzetto di non lieve valore v'è dunque bisogno d'acqua, e d'un servizio di pulizia; e la spesa risulta di non lieve considerazione per il numero di questi pozzetti, essendochè per la città di Torino ne occorrerebbero 4800 almeno.

Ma poichè la città ha già una canalizzazione bianca che si estende per ogni via con le bocchette, i chiusini in ferraccio, ed i fognoli che raccolgono tutte le grondaie, e questa canalizzazione è dovunque più elevata di quella che si progetta, l'Ingegnere Boella propone di gettare le acque meteoriche, dai canali bianchi, in cui sono raccolte, nelle fogne sottostanti, mediante bocche di scarico, alle quali si applicherebbe un sifone. La spesa per questi sifoni e la quantità d'acqua necessaria in tempi di siccità non sarebbero meno notevoli, ma riuscirebbe invece grandemente ridotto il numero di queste bocche e relativi sifoni.

La Commissione avendo pure prescritto che si effettuassero correnti d'aria nei canali, l'unico mezzo era di ricorrere ad alti camini nei quali si producesse un'alta temperatura, essendo quello del fuoco il sistema di depurazione più conveniente e di effetto sicuro.

Vero è che la manutenzione di questi camini sarà costosa e per il combustibile e per la sorveglianza, e per il numero considerevole che bisognerà collocarne affine di ottenere una lodevole ventilazione. Ma l'ingegnere Boella, che non è uso ad indietreggiare dinanzi a qualsiasi difficoltà, pensò che nella città vi sono tre fabbriche del gas le quali mantengono costantemente i loro fuochi accesi, fabbriche di vetri e diverse altre industrie che sono in simili condizioni; e proporrebbe di far aspirare dai loro focolari l'aria delle condutture principali delle fogne. Ed avrebbe così fissato 28 punti di ventilazione, in 20 dei quali si costruirebbe un camino con focolare, mentre 6 altri sarebbero serviti da focolari d'industrie, e 2 da ventilatori a forza centrifuga mossi da forza idraulica.

Con ciò non abbiamo dato che un concetto complessivo dell'intero progetto, i cui particolari segnatamente per le diverse opere d'arte a cui darebbe luogo la costruzione di tutti questi canali furono studiati in modo superiore ad ogni elogio.

Nulla diremo poi della parte terza della relazione in cui è indicata quale limitazione debbasi dare al progetto per i bisogni attuali della città, quale sarebbe il sistema di costruzione da adottarsi, e quale la spesa limitatamente alla parte da eseguirsi, spesa che viene preventivata in 6 milioni di lire, poichè non pare ancora che su questa importante questione tecnica ed economica siasi pronunziata l'ultima parola.

G. S.

## II.

Ing. Givogre Savino. — **Esame e considerazioni critiche, tecniche, economiche sulla Relazione Municipale della fognatura della città di Torino.** — Op. in-8° di pag. 26. — Torino, 1884.

L'egregio autore di queste considerazioni critiche, che è tra i più distinti ingegneri dell'Ufficio d'arte della nostra città, divide il suo lavoro in due parti. Nella prima muove alcuni appunti al progetto dell'ing. Boella, segnatamente quello della insufficienza dell'acqua disponibile, per cui a vece della circolazione continua è più probabile avvenga la stagnazione con tutti i danni inerenti. Al quale scopo osserva che, anche ritenendo disponibile un volume d'acqua di 100 litri per abitante e per giorno, pari a litri 280 per 1", sebbene sia superiore al vero, pure avendosi quattordici bacini nel progetto limitato alla fabbricazione attuale, serviti da altrettanti collettori principali, si avranno almeno trecento tronchi distinti di canali, e quindi un filo d'acqua di meno che un litro per canale per operare il trasporto e la continua circolazione delle materie solide infesse in essi decadenti. Oltrecchè dovendo questi canali ricevere anche le acque meteoriche, per quanto secondari essi siano, e di forma ovoidale, le dimensioni loro non potendo mai essere tanto piccole, l'inconveniente del minimo volume d'acqua disponibile diviene altrettanto più grave. Lo stesso dicasi dei 740 litri d'acqua del canale di Torino, disponibile saltuariamente, per le occorrenti lavature, mentre l'ing. Givogre cita il fatto che tale quantità non è ora sufficiente nemmeno per la giornaliera lavatura della limitatissima rete dei canali neri attuali, talchè per procedere a tale indispensabile lavoro si fu costretti a stabilire apposito turno di riparto periodico. L'ing. Givogre prevede inoltre alcune difficoltà pratiche nel sistema progettato di ventilazione delle fogne, sia per la quantità d'acqua che esigerebbero i sifoni, sia per le tante valvole che impedir dovrebbero lo stabilimento di controcorrenti, e segnatamente per gli inconvenienti inevitabili durante lo sgombrò della neve, che deve essere scaricata nei chiusini nei canali sotterranei, operazione questa che nella annata 1882 diede luogo ad una spesa di 300,000 lire, e che sarebbe aumentata dieci volte se si dovesse rinunciare a codesto comodo e speditissimo modo di sbarazzarsene.

Per tutte queste ragioni l'ing. Givogre insiste sulla necessità di continuare a mantenere la divisione dei canali bianchi da quelli neri, che è il sistema adottato in Torino prima ancora del 1860, e che è pure conforme al voto del Congresso degli ingegneri tenutosi a Milano nel settembre del 1872.

Nella seconda parte della sua memoria l'ing. Givogre insiste anch'egli sulla convenienza di procedere ad un esperimento su scala un po' vasta della fossa automatica Mouras, la quale se desse buoni risultati, come tutto induce a credere, risolverebbe le maggiori difficoltà che si oppongono alla buona fognatura di una grande città, essendochè il liquido proveniente dalle fosse Mouras sarebbe molto carico di materie fertilizzanti, e non diluito da acque meteoriche, le quali scorreranno in appositi canali bianchi; esigerebbe un'intubazione metallica di poco diametro e quasi superficiale; e non sarà necessario costruire grossi canali collettori profondi cinque metri sotto il suolo.

G. S.

## III.

**Considerazioni sulla fognatura della città di Torino,** del professore Ascanio Sobrero. — Op. in-8° di pag. 72. — Torino, 1884.

L'illustre chimico, professore emerito della Scuola di Applicazione degli Ingegneri, il comm. Ascanio Sobrero, facendo parte della Commissione municipale, a cui fu affidato l'incarico di studiare e proporre il miglior modo con cui eliminare dalla città le deiezioni umane, si trovò fra i Consiglieri della minoranza, che opinarono in favore delle fosse fisse impermeabili con spurgo inodoro. Ed affinchè il pubblico fosse in grado di conoscere le ragioni per le quali i Consiglieri della minoranza si staccarono dai divisamenti dei loro colleghi della maggioranza, pubblicò in opuscolo a parte considerazioni di vitale interesse per gli agricoltori, per i cittadini e per la pubblica e domestica igiene. La importanza della questione, trattata da un punto di vista elevato e generale, e l'autorità grandissima dell'egregio professore ci impongono l'obbligo di riassumere e di esaminare in un prossimo articolo la dotta memoria.

G. S.

Fig. 1. Prospetto a monte

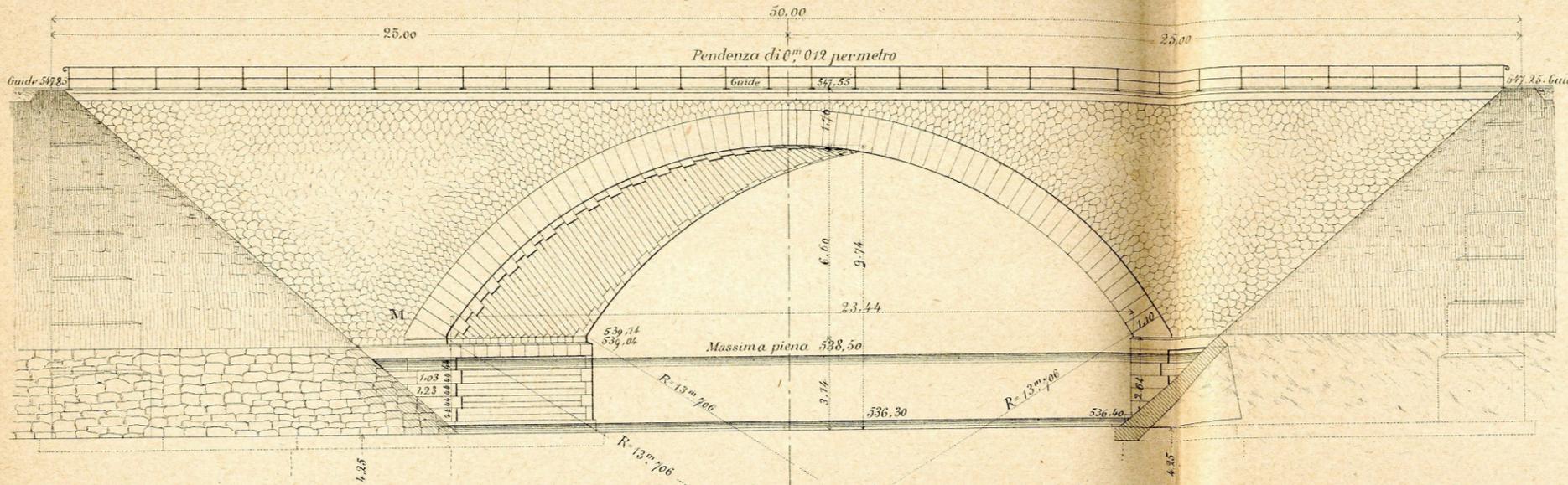


Fig. 4. Sezione Trasversale Secondo AB.

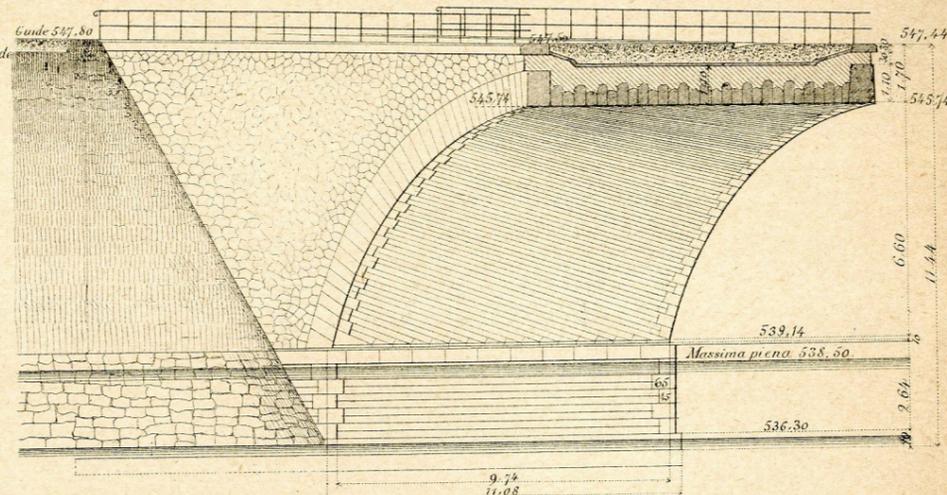


Fig. 2. Sezione longitudinale secondo GH

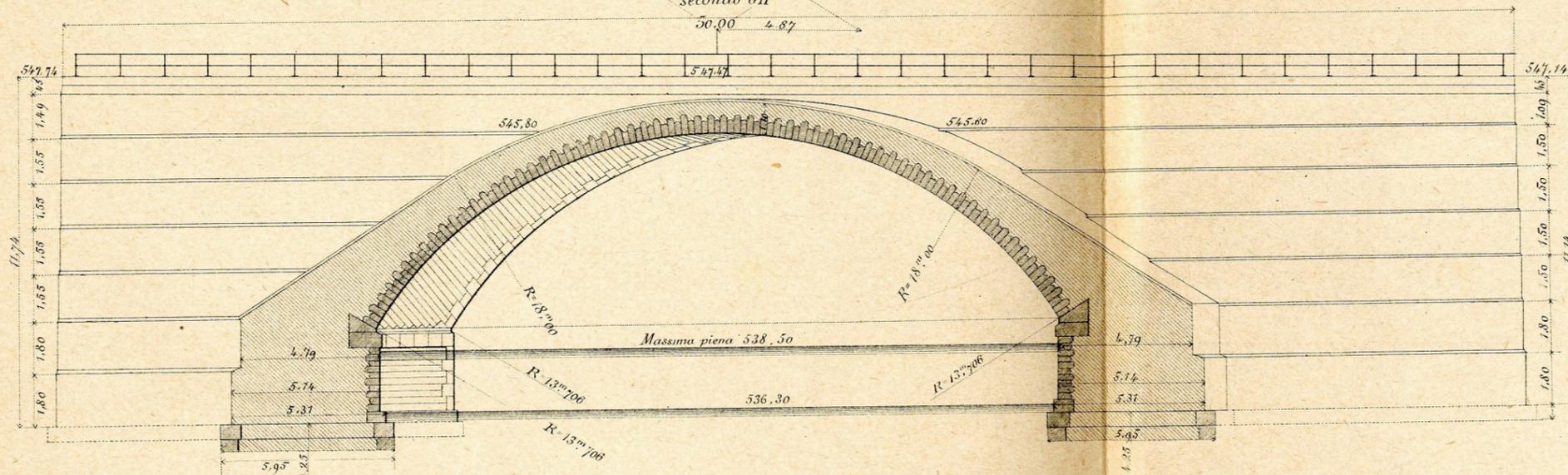


Fig. 5. Sezione trasversale Secondo A'B

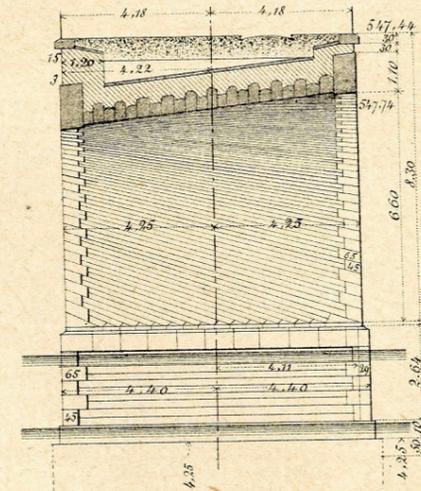


Fig. 3. Piano

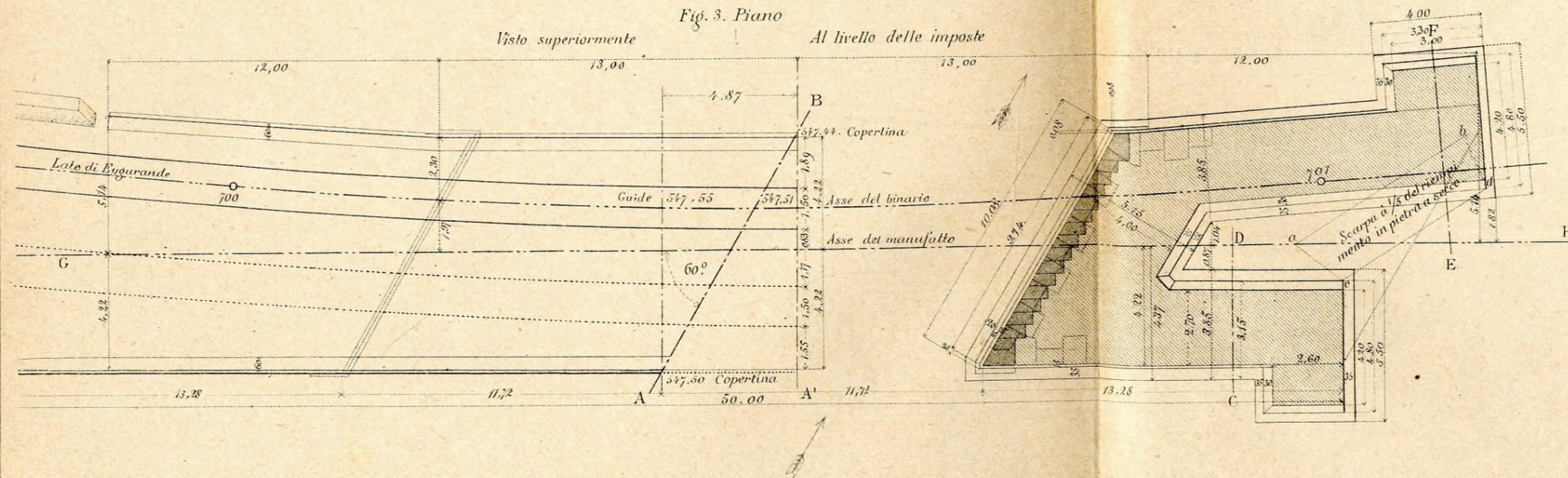


Fig. 6. Secondo CD.

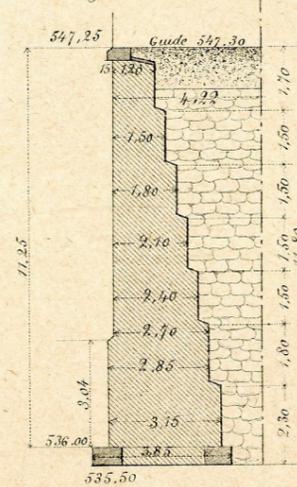


Fig. 7. Secondo E.F.

