

BIBLIOTECA  
LANCISIANA



# SULL'ACQUA DEL TEVERE

## STUDIO DAL PUNTO DI VISTA DELL'IGIENE

PER

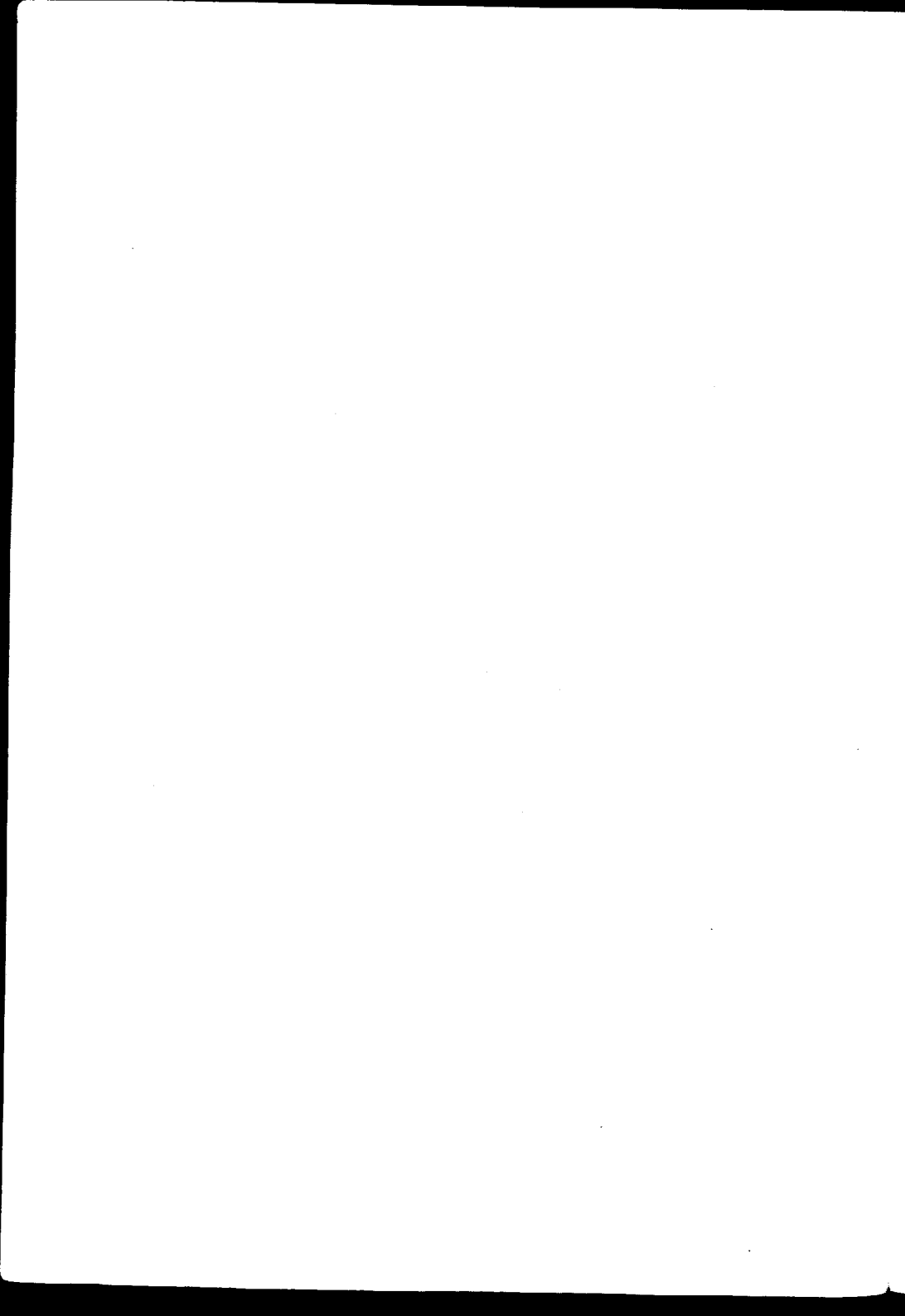
A. CELLI ed A. SCALA



ROMA

TIPOGRAFIA DI L. CECCHINI  
Teatro Valle 62 - Consolazione 64

1890



# SULL'ACQUA DEL TEVERE

STUDIO DAL PUNTO DI VISTA DELL'IGIENE (\*)

PER

A. CELLI ed A. SCALA



Nel Giugno 1888 il Dott. Giulio Bastianelli, assessore per l'Igiene, ci autorizzava a intraprendere uno studio, secondo i moderni metodi chimici e batteriologici, delle acque del Tevere, in riguardo all'inquinamento loro per le materie luride, e-scrementizie e di rifiuto, che vi si versano od incanalano per le fogne.

Dei più importanti fiumi d'Europa s'è compiuto analogo studio di grande interesse sanitario, e non potea mancarne il Tevere, sul quale in ogni tempo e su svariati argomenti s'è scritta una biblioteca (1).

A colmare questa lacuna ci stimolarono non tanto l'idea di portare un contributo alle conoscenze sull' autodepurazione delle acque dei fiumi, quanto ragioni locali. Corrono cioè idee molto vaghe sull'inquinamento delle acque del nostro fiume nel tratto urbano. Dopo lo sviluppo edilizio della città e l'aumento della popolazione (in vent'anni l'una e l'altra sono quasi raddoppiate) sorse il dubbio se tutta la massa di rifiuti privati e pubblici potesse impunemente essere scaricata nel fiume. Inoltre i rifiuti che v'immettono alcune industrie, e i resti di vegetali e animali morti che la corrente rapisce e trasporta, aumentavano il sospetto che l'acqua arrivasse a Roma già così corrotta da non poter tollerare altra aggiunta di materie organiche in disfacimento.

(\*) Presentato alla R. Accademia Medica di Roma nella seduta del 27 Aprile 1890.

(1) Un *Saggio di Bibliografia del Tevere* raccolta nel 1876 dal sig. Enrico Narducci; comprende 412 pubblicazioni.

Ve il Boll. della Soc. Geografica, fog. 9-5 1876. Ne ha poi raccolte parecchie altre il chiarissimo prof. Comm. Betocchi, al quale ripetiamo qui i nostri ringraziamenti per averci fornite alcune rarissime pubblicazioni della sua preziosa biblioteca.

E così è rimasta ancora aperta la soluzione del problema della fognatura de' nuovi quartieri suburbani fuori le porte Salaria, Pia e San Lorenzo. Le acque delle fogne di questi possono essere a monte della città raccolte, come ora, dall'Aniene, confluyente del Tevere? Oppure si devono incanalare in uno o più collettori speciali (uno che se n'è proposto costerebbe parecchi milioni) da condurre o a valle della città, o a monte e ad imboccare nel grande collettore dietro il muglione del Lungo Tevere di sinistra?

### Storia della potabilità delle acque del Tevere

La storia dell'inquinamento del Tevere è legata a quella della potabilità delle sue acque.

Frontino ch'era *curator aquarum* ai tempi di Nerva Augusto ci narra (1) che *ab urbe condita, spatio annorum CCCCXLI contenti fuerunt Romani usu aquarum quas ex Tyberi aut ex puteis aut ex fontibus hauriebant*. Nel 445 dopo la fondazione di Roma Appio Claudio Crasso condusse la prima acqua, e successivamente, coll'estendersi la città sui colli, si costruirono altri acquedotti, che nel tempo in cui Frontino scriveva eran già 9; e a 14 arrivarono vivente Procopio (2). Ma in quest'epoca, cioè nel 535 d. C., furono troncati e devastati tutti dai Goti nell'assedio di Roma sostenuto contro di loro per un anno da Belisario. Al Tevere, e, quelli ch'eran molto distanti dal fiume, ai pozzi, ritornarono a prender acqua, e così tolto l'assedio si continuò.

Qualche restauro d'acquedotti fu tentato da Adriano I (784) e da Niccolò I (858) (3); ma intanto Roma cadde in grande miseria. La popolazione che sotto Augusto era di 1,336,680, e già nel 335 non era che di circa 300,000 abitanti, scemando sempre più, si ridusse per aver acqua vicino al Tevere e nelle valli, ove a poca profondità potevano scavarsi dei pozzi. Al ritorno (1377) dei Papi da Avignone (4) non c'eran più di 17000 abitanti, e seguì ad essere così scarsa la popolazione per molto altro tempo.

Varie erano allora le maniere di purgare e conservare l'acqua del Tevere (5).

(1) *Sextus Julius Frontinus De Urbis Romae aquaeductibus* libro I.

(2) *Procopii Caesariensis De Bello Gothico*, libro I. Cap. XIX.

(3) Questo papa restaurò un condotto dell'antica acqua Trajana alla Basilica di S. Pietro, compassionando la moltitudine degli storpi e ciechi che giacevano nel portico della Basilica, nè aveano ajuto da farsi condurre alle rive del Tevere per levarsi la sete. Anastasii vita l'elagii II.

(4) Direzione comunale di statistica — Annuario Statistico di Roma — Anno primo 1826.

(5) M. Andrea Bacci — *Del Tevere* — Libri tre — Venezia 1576.

Si faceva passare attraverso filtri di breccia e sabbia lavata di fiume, e, dopo così filtrata, si raccoglieva in cisterne, scavate non nei cortili né per le piazze, ma in luoghi appartati e bassi (per conservar l'acqua più fresca), ben lastricate, chiuse a volta, dalla quale si cavava l'acqua per mezzo di cannelle di bronzo. Questo era il miglior modo di purgar l'acqua di fiume e di conservarne grande quantità per più mesi. In un modo più spedito e comodo si usava purgarla nelle vettine di terracotta: queste potevano esser lavate; spesso vi si potea ricambiar l'acqua, ed eran tenute in cucina e nei cortili. Le vettine solevano esser grandi, strette in bocca ed in fondo: l'acqua se ne cavava fin sotto il mezzo, da questo in giù si lasciava. Però grandi che fossero questi vasi per la gran necessità dell'acqua occorreva averne molti insieme per darle tempo di far la posa e purgarsi.

Allora si vendea l'acqua del Tevere per la città come si fa anche adesso dell'acqua acetosa, portandola in giro per le case con i somieri, dopo di averla attinta dalle cisterne ove era stata ripurgata.

I genitori di Cola di Rienzo vivevano d'acqua portare e di panni lavare. Gli acquarenari aveano una chiesa, dov'è ora S. M. della Pace; aveano leggi e statuti proprii: da essi ebbe l'origine l'ospedale di S. Giovanni al Laterano (1).

Ma nell'epoca del Rinascimento sotto Nicolò V (1447) restaurato l'antico acquedotto, l'acqua Vergine rientrava in città fino al Trivio dov'è oggi S. M. in Via: « ma i principi, come scrive il Modio (2), non troppa cura ne ebbero, posponendola per l'uso del bere a quella del Tevere; Giulio III (1549) mostrò di volersene servire, ma più tosto per accrescere ornamento alla sua vigna che per volere egli berla ».

Dopo il sacco di Roma, quando la popolazione non arrivava ancora a 33000 abitanti (3), Paolo III, come narra il Modio, « attese a magnificare questa città di palazzi e di moltissimi ornamenti e tra gli altri alla dirittura e nettezza delle strade (la qual cosa non solamente ha fatto Roma più bella, ma le ha levato in gran parte quella corruzione d'aria che soleva recar seco continue pestilenze); delle acque poi che sono di maggiore importanza non tenne che pochissimo conto ». Egli e la maggior parte dei principi passati (4) se la faceano condurre per saluberrima, e pel dubbio che si de' avere d'ogni altr'acqua da chi con questa è avvezzo, dovunque andavano

(1) Cancellieri — Sopra il Tarantismo. L'aria di Roma e della sua campagna. Lettera al prof. Kareff. Roma MDCCCXVII.

(2) M. Gio. Battista Modio — Il Tevere. Roma 1556.

(3) Annuario statistico. Loc. cit.

(4) M. Andrea Bacci — Del Tevere e della natura e bontà dell'acque etc. Libri II Roma 1558.

in gran viaggio. Il che fece Clemente VII andando a Marsiglia, e Paolo III parimenti a Nizza, a Bologna, a Loreto più volte, attribuendo alla bontà dell'acqua del Tevere, per esperienza di ottant'anni e più, buona cagione di sua sincera e così segnalata vecchiezza ».

E l'Ariosto enumerando al fratello gli oggetti che gli avea da far trovare in Roma al suo arrivo, parlando dell'acqua dice:

Fa ch'io trovi dell'acqua, non di fonte

Di Fiume sì, che già sei di veduto

Non abbia Sisto nè alcun altro ponte (1).

Medici autorevolissimi del tempo propugnavano i desideri dell'Ariosto.

Nel 1552 Alessandro Petronio (2) sosteneva *inter omnes aquas optimam esse tyberinam, quae probe jam expurgata fuerit*. Soltanto l'acqua di pioggia era superiore. Questo insigne medico avea un'esattissima idea dell'inquinamento del Tevere per le fogne e per le sponde; e così studiò *cur extra moenia* (a valle della città) *ac apud Sanctum Paulum corrumpatur*, come han dimostrato le nostre analisi; *intra vero apud Mariam a Populo dictam* (cioè a monte della città) *praestantissima fiat*. Egli fissò anche il tempo e il luogo ove doveasi raccogliere, cioè *media praesertim aestate . . . loca ad hauriendum eligere quae maxime tum a cloacis tum a latrinis atisque caeditibus distant. Ita locus apud Mariam a Populo nuncupatum maxime est idoneus, qui cum ab omnibus ob longum et urbis et fluminis situm frequentari vix queat, haud ab re erit ubi sordidorum locorum suspitio suberit, per longiorem tabulam aut naviculam ponte extracto e medio flumine aquam haurire. Quum enim quam plurima in medio aqua sit ac velocissime currens haud facile poterit a vicinis inquinari*. Ciò che le nostre analisi hanno provato.

I sostenitori (3) della bontà dell'acqua del Tevere adducevano:

a) ch'essa era incorruttibile, cioè quanto più stava rinchiusa e immobile nelle cisterne tanto più cresceva in bontà, diventando « si pura et si splendida ch'è una meraviglia a vederla »,

b) ch'era battuta dal sole e dal vento;

c) che cuoceva facilmente carni, legumi ed altre cose;

d) che si raffreddava e si riscaldava in brevissimo spa-

(1) Satira III.

(2) Alexander Petronius. De Aqua Tyberina-Romae MDLII.

(3) Fra questi il Fea annovera anche il Fabricio (Roman. Antiq. cap. 15 Apud Graev. Thes. antiq. Rom. tom. 3), il Boissardo (Typogr. Urb. Romae tom. 2 cap. 70 (Vedi storia delle acque antiche sorgenti in Roma etc. e dei condotti anticomoderni Roma MDCCXXXII).

zio di tempo, e questo era il grande e *così certo* segno ipocratico.

Ma nel 1556 M. Gio. Modio (1) scrivendo sulla natura di tutte le acque e in particolare di quella del fiume si pronunziava contro la bontà di quest'ultima.

In mezzo alle disquisizioni scolastiche, nel giudizio di potabilità dava importanza ai criteri fisici: a pesi d'ugual volume d'acqua preferiva la più leggera, e si preoccupava dell'inquinamento cloacale di quella del Tevere. Che le acque, scriveva, di questo fiume allora siano migliori quando sono più esercitate dalle brutture e cloache che vi entrano dentro (ciò che si ammetteva generalmente), questa è opinione sì brutta che bisognerebbe far rispondere dalla bocca d'una cloaca.

Quasi contemporaneamente al Modio, un altro celebre medico, M. Andrea Bacci nel 1558 faceva le lodi dell'acqua del Tevere (2).

Intanto nel 1559 l'acqua Vergine veniva a mancare per la rottura del condotto, e non tornò che sotto Pio V nel 1570. E il Bacci nel 1576 in una nuova edizione coll'aggiunta di un 3. libro (3) sosteneva che « quanto l'acqua Vergine avanza quella del Tevere di purità, di abbondanza, di freschezza, tanto questa ben purgata merita maggior lode per aver tutte quelle condizioni che alla bontà dell'acqua si richieggono, come di esser leggerissima al corpo, che presto si riscaldi e presto si raffreddi, e si trovi utilissima a tutti i bisogni della vita ». Doversi però ordinare di tener netta l'acqua del Tevere con decreto pubblico proibendo che vi si gettino immondezze.

Frattanto Gregorio XIII procurava, come scrive il Bacci, con grande artificio e spesa distribuire per tutta Roma l'acqua Vergine arrestata fin allora al Trivio. Nel 1587 Sixto V per richiamare la popolazione sui colli conduceva l'acqua Felice (antica Alessandrina), e il Gagliardelli ne magnificava i pregi superiori a quella del Tevere (4).

Poi nel 1612 Paolo V conduceva l'antica e saluberrima acqua traiana (5), e nel 1650 Giovanni Manelpho Eretano scriveva (6): *aquam tyberinam non esse potui bonam, non salubrem unde hac etiam de causa hisce temporibus pauci*

(1) Loc. cit.

(2) Loc. cit.

(3) Loc. cit.

(4) Gagliardelli. De purgandis viis urbis et de Aquae Felicis quantitatibus. Citato dal For. Loc. cit.

(5) A questa si aggiunse poi sotto Clemente X (1673) parte di quella del Lago di Bracciano.

(6) Joan. Manelphi Eretani. Mensa Romana. sive urbana victus ratio - Romae Anno Jubilaet MDCL.



*vel nulli sunt qui eam polent, quanquam hoc referri etiam valeat ad copiam aliarum aquarum, quibus olim urbs Roma carebat, nunc vero abundat.*

Con tutto ciò l'uso delle acque del Tevere non finì interamente. Il Lancisi nel 1711 (1) scriveva che lo seguivano ancora i Teresiani della Scala, i Benedettini di S. Calisto, e i Filippini della Chiesa Nuova, che secondo il Cancellieri (2) lo continuarono fin verso il 1817, facendo depurare l'acqua pel corso di 6 mesi nelle loro cisterne

### Storia della fognatura di Roma

Alla storia dell'inquinamento del Tevere si rannoda anche quella della fognatura della città.

Lasciando la parte ben nota degli antichi tempi, enumeriamo quel che si è fatto nel Medio Evo e dopo il Rinascimento (3).

Rotte o interrato le antiche opere di fognatura, le acque sotterranee eran tornate a impantinare, e le febbri mietevano la popolazione.

Nel 1230 Gregorio IX dopo innalzate le nuove mura, costruì molti tratti di cloache nel suolo rialzatosi. Sisto IV (1471) faceva rimettere in funzione la chiavica di Schiavonia (V. Tavola. zona rossa 3) opera che rimonta ai tempi della costruzione del Mausoleo di Augusto. Nel 1500 non funzionando più la cloaca massima, ed essendo perciò tornata ad essere paludosa la valle fra il Capitolino e il Palatino, Alessandro VI fece costruire una chiavica da piazza della S. Burra al Tevere.

Dopo il sacco del Borbone (1527), modificando Paolo III sostanzialmente la parte edificata di Roma, si costruirono per conseguenza nuove fogne. E poi per ogni grande palazzo che s'innalzava si costruivano altre fogne: così ebbero origine la chiavica di Panico (V. Tavola. zona rossa 7) aperta da Giulio Romano pel palazzo Alberici, la chiavica del Mascherone pel palazzo Farnese (V. Tavola. zona gialla 10), la chiavica del Quirinale pel palazzo fatto costruire da Gregorio XIII nel 1576 per residenza estiva dei Papi, la chiavica di S. Giacomo (V. Tavola. zona verde 2) quando nel 1600 il Cardinal Colonna fece edificare l'Ospedale com'è ancora.

(1) Joan. M. Lancisi. *Dissertatio de nat. vis atque adventitiis coeli romani qualitatibus*. Romae MDCXXI.

(2) *Ioc. cit.*

(3) Quasi tutte le notizie che sieguono son tratte dalle classiche opere dell'ing. Pietro Narducci intitolate: *Fognatura della città di Roma sulla sinistra del Tevere* — Roma 1881. Sulla fognatura della città di Roma — *Descrizione tecnica* (corredata d'uno splendido atlante di figure) Roma 1889.

La costruzione di fogne seguì anche lo smaltimento delle acque incondottate. Ad es, nel secolo XVI, quando la via Giulia era il Corso di Roma, molti proprietari di palazzi si unirono in consorzio per la condotta dell'acqua Paola e per la costruzione della fogna stradale che raccogliesse l'acqua di rifiuto, ed è l'attuale chiavica detta del Cefalo (V. Tavola. zona turchina 8).

Per tali opere di risanamento della città la popolazione saliva nel 1600 a 109729 abitanti.

La bonifica non era però ancora completa. Nel 1621 al tempo di Gregorio XV, manifestatesi delle febbri epidemiche dove le acque erano stagnanti per inoperosità delle fogne, si formava un consorzio per eseguire un collettore che asciugasse la parte bassa, più precisamente la vallata di Campo Marzio, e fu costruita la chiavica della Rotonda, detta poi della Giuditta quando fu proseguita e compiuta da Urbano VIII (V. Tavola. zona verde 11).

Questo Papa fece eseguire molte altre opere di bonifica come il chiavicone di Trevi (V. Tavola. zona gialla 4) che raccolse la nuova chiavica del Tritone e quella della Barcaccia di piazza di Spagna fatta anche costruire da lui.

Nel 1650 il risanamento del sottosuolo urbano era completato dal chiavicone cosiddetto dell'Olmo (V. Tavola. zona gialla 12) da Piazza della Minerva per Piazza Paganica e Mattei fino al Tevere. E così nel 1663 Filippo Maria Bonini (1) poteva scrivere che « molte sono le chiaviche della città che *in capo di tutte le strade* ricevono le acque correnti e raccolgono tutte le immondezze delle famiglie. »

Difatto già in quell'epoca il suolo di Roma era tutto perforato da una rete di fogne, sotto la rete stradale. L'antico sistema romano, modernamente detto del « tutto alla fogna », veniva ristabilito talora anche richiamando in funzione alcuni tratti costruiti all'epoca della Repubblica e dell'Impero.

Per le fogne s'incanalavano non solo le acque piovane, le sostanze escrementizie e di rifiuto, ma eziandio le acque sotterranee prosciugandone il terreno. Una grande copia di acque correnti vi si riversavano dai grandi acquedotti. Tutta questa grandiosa opera di risanamento urbano era quindi fatta con gli stessi criteri che ai nostri giorni gl'inglesi hanno risollevato a principi fondamentali del risanamento de' luoghi abitati. E gli effetti sanitari furono, allora come oggi, splendidi. Nel 1700 la popolazione era già di 141,781 e d'allora in poi il suo aumento fu progressivo.

(1) Filippo Maria Bonini. Il Tevere incatenato etc. in Roma MDCLXIII.

Ma colle fogne crescendo l'inquinamento delle acque del Tevere, l'uso di queste, essendo tanta la copia di quelle incondottate, si ridusse, come abbiamo visto, a pochi conventi dove regnava lo spirito conservatore.

### Salubrità delle sponde del Tevere

Con l'inquinamento delle acque del Tevere si rannoda la questione della salubrità delle sponde.

È noto che i Romani non amavano di vivere vicino al Tevere, anzi lo eriger fabbriche lungo le sue rive era vietato per legge. La maggior parte della pianura della città era occupata dal Campo Marzio, dal Campo di Agrippa, dalla Villa Publica, dai Circhi, dai Teatri, dagli Anfiteatri, dai Fori. La vigilanza anche igienica del fiume era ai tempi della Republica e dell'Impero affidata ai *Curatores Alvei et Riparum Tyberis*.

Per lungo tempo inoltre alle inondazioni del Tevere si è attribuito lo scoppio di malattie epidemiche. Ma già nel 1599, Marsilio Cagnati (1) criticava l'opinione che il Tevere *capores exhalat insalubres*, e dimostrava che gli abitanti delle sponde del fiume non più che gli altri abitanti andavan soggetti a quelle malattie, che poi osservando bene si possono oggi identificare il più spesso col tifo pettechiale o colla peste bubonica. Più tardi il Lancisi osservò che gli abitanti prossimi al fiume, massime verso la Porta Leone, venivano colpiti da febbri putride e maligne. (2) Allora (1718) venne un editto per proibire di gettar calcinacci e altre immondezze nel Tevere, e s'istituì l'ufficio di Presidenza delle Ripe.

Anche il governo napoleonico emise disposizioni per la pulizia del Tevere, proibendo a ognuno di gettarvi immondezze. Nel 1825 proprio all'ingresso del fiume in città si costruiva il Mattatoio, e in quest'opera sanitaria Roma precedea di molti anni altre grandi città (3). Il Pasqualoni nel 1842 descriveva a colori vivi (4) l'inquinamento del Tevere che ne conseguiva, e quello delle altre sponde per le immondezze gettatevi dalle case adiacenti, ed asseriva che precipuamente nelle regioni al Tevere più vicine, dominavano in estate le febbri putride e le intermittenti. Non ne dava però una prova sicura, anzi confessava poi che lungo le sponde del fiume non pochi abitanti stavano benissimo.

(1) Marsilio Cagnati. *De Romani aeris salubritate Commentarius. Romae* MDIC.

(2) Loc. cit.

(3) A Parigi nel 1861, a Monaco nel 1878 a Berlino nel 1881.

(4) Agostino Pasqualoni. Considerazioni sul corso del Tevere nell'interno di Roma rapporto alla salute dei suoi abitanti e sopra i mezzi da adoperarsi a rimuoverne possibilmente i perniciosi suoi effetti. Discorso recitato nell'accademia tiberina nella tornata del 19 settembre 1842.

Negli ultimi tempi lo Scalzi (1) illustrando la salubrità delle varie regioni della città rimuoveva con dati statistici i pregiudizi sulla insalubrità di quelle al Tevere vicine. In queste difatto nel 1871-81 si ebbe una mortalità del 24,80 ‰, superiore quindi per poco alla media di tutta la città che fu nello stesso decennio di 21,43 ‰.

### Stato attuale della fognatura di Roma

Prima di venire alle analisi chimiche e batteriologiche e ai risultati che ne derivano è necessario dare uno sguardo allo stato attuale della fognatura. Quello che ne abbiamo già detto dal punto di vista storico, e la bella tavola che dobbiamo alla squisita gentilezza del Narducci (2) agevolano di molto il nostro compito.

La fognatura di Roma è divisa in tanti bacini tributari di altrettanti collettori che sboccano separatamente e direttamente nel Tevere. A parte piccole e isolate fogne di strade o case al fiume limitrofe, si può ammettere che la città dentro le mura è suddivisa in 15 bacini di fognatura.

Sulla *sponda sinistra* (a destra di chi legge) dall'alto in giù troviamo successivamente tracciate nella pianta le singole fogne collettrici che sboccano nel fiume e sono:

- N. 1. Chiavica del Pincio (V. Tavola zona gialla 1).
- N. 2. Chiavica di S. Giacomo (V. Tavola zona verde 2).
- N. 3. Chiavica di Schiavonia (V. Tavole zona rossa 3).
- N. 4. Chiavica di Trevi (zona gialla 4) la quale scarica nel Tevere m. c. 28.000 di acqua in 24 ore.

Queste ultime due vengono a sboccare vicino al ponte di Ripetta.

Le successive che vanno coi numeri 5, 6, 7, 8, 9, 10 raccolgono piccoli bacini in prossimità del fiume e pigliano il nome della via per cui passano: sono le chiaviche di Cancello (zona turchina 5), dell'Orso (zona gialla 6), di Panico (zona rossa 7), del Cefalo (zona turchina 8), di S. Lucia (zona rossa 9), del Mascherone (zona gialla 10).

Di maggior portata per l'estensione del relativo bacino tributario sono:

- N. 11. Chiavica della Giuditta che abbraccia buona parte della valle del Tevere, da Piazza Colonna, Piazza Navona al

(1) Francesco Scalzi — Illustrazione del quadro sulla salubrità di Roma. Roma 1883.

(2) Tutte le conoscenze sulla fognatura di Roma le dobbiamo all'ingegnere Pietro Narducci, il quale da solo ha compiuto l'opera colossale di rilevare la pianta del sottosuolo di tutte le strade con tutti i canali che le attraversano.

fiume e smaltisce circa 40.000 m. c. d'acqua al giorno: nella tavola è segnata dalla estesa zona verde 11.

N. 12. Chiavica dell'Olmo (zona gialla 12); il collettore di questo vasto e popolato bacino distinto nella carta colla linea rossa dritta sul fondo giallo è opera della Repubblica, e dopo tanti secoli funziona ancora.

Lo stesso è a dire del

N. 13 ch'è la Cloaca massima, la quale dopo più di 24 secoli funziona come collettore di tutta la vasta zona verde che corrisponde alla Roma nuova, fabbricata cioè dopo il 1870. Il tratto dal Foro alla Via Cavour fu scoperto dal Narducci in questi ultimi tempi, e ve n'è ancora da scavare: appena spurgato ha ripreso a funzionare come drenaggio delle acqui sotterranee, riprendendo così il primo suo compito.

Al di sotto della zona della Cloaca massima la linea rossa fra l'Aventino, il Palatino e Celio segna il tragitto di un corso d'acqua che da lontano viene a sboccare nel Tevere (Marzana di S. Giorgio) portandovi parte dei rifiuti d'una fabbrica di gaz illuminante.

Sulla *sponda destra*, vicino a Ponte S. Angelo, sotto l'Ospedale di S. Spirito viene a sboccare una grande fogna di cui sono tributari il Vaticano, Borgo e in parte il nuovo quartiere dei Prati di Castello.

Della fognatura di Trastevere porzione si versa direttamente e separatamente al fiume, porzione si raccoglie nel tratto di collettore dell. sponda destra, già costruito, e che viene per ora a sboccare sotto Porta Portese (V. Tavola zona rossa 15), e andrà poi fino alla Magliana, cioè a 7608 metri dalle mura.

De' *quartieri nuovi suburbani*, sulla sinistra del Tevere (guardando la pianta, sulla destra) quello di P. Pia e Salaria ha il suo collettore che per la vallecola di S. Agnese va al Teverone; in questo fiume va pure a terminare il collettore del Quartiere fuori Porta S. Lorenzo (V. Tavola zona gialla in alto a destra), che riceve anche gli scoli del Cimitero al Campo Verano.

Si discute ancora quale dovrà essere la sistemazione definitiva della fognatura di questi quartieri, in rapporto coll'inquinamento dell'Aniene e quindi del Tevere, a monte della città; questo problema fu anzi una spinta, come abbiamo detto, al nostro lavoro.

Tutte le fogne della città saranno raccolte da grandi collettori, dei quali uno a destra dietro il muraglione del Lungo Tevere: due a sinistra uno basso, dietro il muraglione del Lungo Tevere corrispondente, l'altro superiore, per dividere le basse dalle alte acque; questo collettore alto si unirà al collettore basso sotto l'Aventino, in una grande opera muraria degna di star vicina alla Cloaca Massima. E così a sinistra un

grande e unico collettore con le dimensioni di  $3,95 \times 4,55$  penetra in galleria sotto l'Aventino, passa poi sotto il quartiere di Testaccio, e andrà a sboccare a Mezzo Camino cioè a 9993 metri fuori le mura della Porta S. Paolo; cosicchè neppure nelle più alte piene del fiume avverrà, come ora, il rigurgito delle acque per le fogne nell'interno della città, evitando così ogni pericolo d'inondazione.

Come dimostra la tavola, le più ampie fogne sboccano, l'una sulla riva destra vicino a Ponte S. Angelo sotto S. Spirito, le altre sulla riva sinistra in vicinanza dell'Isola Tiberina: cosicchè a Ripa Grande il massimo inquinamento del Tevere è avvenuto.

È importante però di far notare che ognuno di questi veri fiumi cloacali, a causa della velocità e copia d'acqua del Tevere, appena vi sboccano, vengono portati e mantenuti addossati alle rive; cosicchè non si vedono che delle correnti laterali d'acque sporche, già dopo breve decorso irricognoscibili. Soltanto a grande prossimità di queste fogne si sente un po' di odore cattivo.

#### **Condizioni del Tevere prima di attraversare Roma e nel tratto urbano.**

Il bacino del Tevere è uno dei più vasti e più importanti della penisola. Esso è formato: ad occidente dalla catena secondaria, tra il Tevere e l'Arno, che staccandosi dall'Appennino, alle sorgenti del Tevere, e formando la Catenaja, il monte Amiata, i monti di Viterbo, termina sopra Roma alle foci del Tevere: a mezzogiorno dalla catena secondaria di monte Cervaro, che staccandosi dall'altipiano di Aquila e formando i monti di Anagni, Palestrina, Alba e la Selva Laurentina, termina alla foce del Tevere: al nord-est da tutto il gran tratto della catena appenninica tra le Alpi di Serra e Monte Cervaro.

Il Tevere nasce ai piedi del monte Aquilone, al luogo detto Le Balze, 18 chilometri al nord di Pieve S. Stefano, e corre per un tragitto di 300 chilometri fino a Roma e di 36,943 da Roma al mare. I confluenti di destra, poco importanti, sono: il Nestore, la Paglia che si unisce alla Chiana presso e Orvieto e la Treja; i confluenti di sinistra sono: il Chiascio, il Nera, e l'Aniene. Di tutti, i più importanti sono il Nera l'Aniene, tributari di un volume considerevole di acque sorgive che rendono il Tevere perenne anche nei periodi di eccezionale siccità, e tributari anche d'una quantità non indifferente di immondizie.

Il Nera sorge alle falde del monte Sibilla e, dopo avere attraversato vari paesi che gli cedono più o meno delle loro

lordure, si unisce alle Marmore col Velino dopo che questo si è precipitato da un'altezza di 160 metri; poi attraversa Terni, Narni, Schifone, e alla stazione ferroviaria di Orte, a 80 chilometri da Roma, imbocca nel Tevere.

La portata e la velocità superficiale del Nera non si è potuta determinare in modo assoluto per la irregolare pendenza del suo letto e per le perdite che continuamente subisce lungo il corso. A S. Paolo, presso Terni, è stata calcolata la velocità a m. 1,80 al secondo; il volume massimo a m<sup>3</sup> 2800, il medio a m<sup>3</sup> 169 ed il minimo a m<sup>3</sup> 100 il secondo.

Le acque luride (1) che pervengono nel Nera presso Terni sono: 1° le acque dei maceratori di canape, abbondanti nel territorio irriguo della città ove della canape si fa una estesa coltivazione; 2° le acque di rifiuto di 38 molini ad olio, conosciute col nome di carataggi, della quantità approssimativa annua di litri 800000: queste acque contengono per ogni litro gr. 110,60 di sostanze organiche e gr. 35,59 di sostanze minerali; 3° il letame proveniente dalle concie di pelli, calcolato a Kg. 150,00; 4° i residui dell'ammazzatojo, calcolati a Kg. 842,500 così ripartiti:

Sangue . . . . .	Kg. 261,000
Materie escrementizie e parti di tubo intestinale . . . . .	» 291,000
Carni di animali infetti . . . . .	» 70,000
Urine e lavature . . . . .	» 67,500;

5° le acque sporche di cinque filande in attività per 8 mesi circa e calcolate a m<sup>3</sup> 1500; in un litro di queste acque vi è, oltre l'ammoniaca, gr. 0,530 di sostanze organiche azotate e gr. 0,232 di ceneri, nelle quali l'anidride fosforica è contenuta per gr. 0,004; 6° le acque dei gazometri dell'acciajeria calcolate a m<sup>3</sup> 1,350,000; 7° tutti i rifiuti della fabbrica d'armi, dell'acciajeria, del jutificio Centurini, del lanificio italiano, degli altiforni, ec.: come feci, sapone, materie coloranti, acidi, colla, oleina; 8° tutte le acque cloacali della città di una popolazione interna di 15000 abitanti circa.

Sotto Narni riceve ancora il Nera i rifiuti di un grande stabilimento di concia di pelli calcolati a m<sup>3</sup> 7500 e di una fabbrica di gomma elastica; e poi i rifiuti di tutti i paesi situati sul fiume e di tutte le piccole industrie che direttamente o per mezzo dei torrenti tributari versano nel Nera.

In tali condizioni, il nostro fiume imbocca nel Tevere, il quale ha raccolto, alla sua volta, nel lungo percorso di 180 Km. immondizie di luoghi abitati. nonchè i rifiuti dei molini ad

(1) Questi dati sull'inquinamento delle acque del Nera ci furono gentilmente forniti dal prof. Trotteroli dell'Istituto Tecnico di Terni: al nostro egregio amico facciamo i più vivi ringraziamenti.

olio abbondanti in tutto il territorio attraversato dal Tevere fino a Roma.

Ci sia permesso, a questo punto, di notare un fatto, perchè sia preso in considerazione da coloro che dovrebbero occuparsi della polizia sanitaria dei fiumi, e provvedere acciòchè i rifiuti di certe industrie non danneggino l'agricoltura che potesse servirsi delle loro acque.

L'acciaieria di Terni abbiamo veduto che scarica nel Nera tante acque di lavaggio del gaz illuminante da raggiungere la cifra di 1,350,000 m<sup>3</sup> all'anno. E questo arreca non solo un grande fastidio agli abitanti di una parte della città, per l'acutissimo odore catramoso emanato da quelle acque, ma anche impedisce la vegetazione di animali e di piante nel fiume stesso. Noi ci siamo potuti accertare, visitando il fiume in vari punti lungo il percorso, che l'odore catramoso non è svanito ed i pesci non sono ricomparsi nemmeno dopo un tratto di 60 Km. da Terni. Questa libera immissione delle acque dei gazometri in un fiume può produrre inoltre inconvenienti molto seri all'agricoltura in territori irrigui come quello di Terni, perchè contenendo queste acque quantità considerevolissime di composti ammoniacali solforati, rodanato ammonico ed acido fenico, riescono dannosissime alle piante ed ai semi. Le esperienze di Vogel, Detmer, Nessler e Kellner sull'acido fenico e quelle di Schumann, Wagner, Kohlrusch, König e Wolny sul rodanato ammonico non lasciano dubbio nell'assegnare a queste due sostanze un potere tossico energico. Non meno tossiche sono ai pesci, perchè Nienhaus-Meinau nell'acqua del Reno, che a 10 m. di distanza riceveva i rifiuti di una fabbrica di gaz, immerse un pesce e lo estrasse morto dopo 18 ore. Perciò sembrerebbe troppo giusto che la polizia dei fiumi fosse regolata in Italia con disposizioni speciali come in Inghilterra, Baviera e Svizzera.

L'Aniene imbocca nel Tevere pochi chilometri a monte di Roma dopo avere raccolti i rifiuti di varii paesi tra i quali il più importante è Tivoli come piccolo centro di industrie. Questa città possiede 5 cartiere, una fabbrica di tessuti di lana e cotone, una conciaria di pelli, ed una fabbrica ove si lavano e scardassano gli stracci di lana vecchi. Nell'inverno poi scaricano nell'Aniene i loro rifiuti 24 mulini ad olio ed in tutte le epoche vi scarica i rifiuti una gran parte della città essendo l'altra parte provvista ancora di pozzi neri permeabili. Le principali sostanze di rifiuto delle fabbriche industriali sono: cloruro di calce, acido cloridrico, acido solforico, campeggio, aniline, solfato di rame, calce e materie organiche solide e disciolte in quantità variabile coll'intensità del lavoro.



L'Aniene ha un volume di acqua di 15,57 m<sup>3</sup> al secondo ed una velocità media superficiale di m. 0,91.

I rifiuti di Roma possono dirsi relativamente limitati, e consistono per la maggior parte nelle acque cloacali, che trasportano le deiezioni di 400000 abitanti in media, e nelle immondizie provenienti dai servizi pubblici, lavanderie, macello, bagni, ecc. Le cifre del Voit sulla quantità dei prodotti di ricambio provenienti da un uomo adulto, ci permettono di calcolare con qualche approssimazione la quantità di materie organiche che giornalmente si riversano nel Tevere per mezzo delle cloache. Difatti un adulto emette in media ogni giorno 1254 gm. di orina e 131 gm. di feci; le prime contengono 65 gm. di sostanze solide, le seconde 34. Dimodochè l'inquinamento per le materie solide sarebbe per ogni persona e per ogni giorno di gm. 99 e complessivamente per l'intera città, Kg. 39,600 calcolando in media 400.000 abitanti tutti adulti. Però i 1254 gm. di orina contengono in media 20 gm. di ceneri e i 131 gm. di feci, 6 gm., in tutto gm. 26 che devono essere detratti dai 99 per avere la quantità di materie organiche che ogni persona manda nel Tevere ogni giorno, essendo affatto innocue le materie minerali. Perciò si avrebbe una quantità di 73 gm. e per l'intera città Kg. 29,200. Il macello pubblico inoltre fra urine, contenuto intestinale e gastrico, versa nel Tevere non meno di Kg. 350 al giorno, esclusi gli animali infetti o alcune loro parti che sono distrutte col fuoco. Se si tien conto ora del sapone delle lavanderie, del grasso delle biancherie, rifiuti di cucina ed altro si può calcolare che nel Tevere non pervengono meno di 50,000 Kg. di materie organiche al giorno, esclusi i rifiuti industriali. I quali sono ristretti a 10 concie di pelli che scaricano in media ogni giorno 100 m<sup>3</sup> di acque e letame; due o tre fabbriche di sapone; una fabbrica di burro artificiale; una fabbrica di colla; due gazometri, le acque dei quali sono quasi tutte impiegate per l'estrazione dei sali ammoniacali; qualche tessitoria di lane e tintoria e due fabbriche di birra. La quantità perciò delle materie organiche che giornalmente arrivano nel Tevere viene ad essere di molto accresciuta e, senza perderci in calcoli che non hanno mai base sicura, possiamo dire approssimativamente che tale quantità si avvicini ai 60,000 Kg.

Il corso del Tevere dal Ponte Molle al muro di Porta del Popolo è di m. 3447.

Dentro la città è di metri 4450, cioè:	
Dal muro di porta del Popolo allo scalo di Ripetta m.	600
Dallo scalo di Ripetta al Ponte S. Angelo . . . »	830
Dal P. S. Angelo al P. di Ferro di S. Giovanni dei Fiorentini . . . . . »	470
Dal Ponte di Ferro al Ponte Sisto . . . . . »	920

Dal Ponte Sisto ai Ponti Cestio e Fabricio . . . »	620
Da questi al termine dello scalo di Ripa Grande »	1010
Fuori della città poi si ha :	
Dallo scalo di Ripagrande al Ponte S. Paolo . . . »	1572
Dal Ponte S. Paolo alla Magliana . . . . . »	10361
Dalla Magliana a Fiumicino . . . . . »	25285

Nel decorso ulteriore, le acque del Tevere non servono ad alcun uso. Le poche case sparse nella sua valle hanno pozzi, e la borgata di Fiumicino è provvista di acqua Marcia.

### Storia dell' esame chimico delle acque del Tevere.

La più antica analisi, che si conosca, dell'acqua del Tevere è quella del Lancisi (1) e rimonta al principio del secolo passato. Egli ce ne ha lasciata un'esatta descrizione, che noi riferiamo per intero, essendo una delle prime analisi ove la composizione chimica di un' acqua sia messa in rapporto colla potabilità.

*Aquam, scriveva, ut purior esset e medio Tiberi haustam diuturnaque seors mensium percolatione ac mora in cisternis PP. Oratorii S. Philippi Neri depuratam, ad libras XII intra cucurbitam in arenae balneo collocavimus. Haec facile in aeres abire, nec ullum pravum, sed omnino gratum odorem prodere visa est. Circa medio evaporationis albo ac tenuissimo quasi pulvere in superficie contegi cepit sedimentum lecti, salsoque, amaro sapore linguam affectit; et inspectum velut arenosa spongiosaque massa particulis irregularibus, aliis obscuris, aliis candidis refera apparuit. Sub microscopio manifestavit intermiseta prismata, longiuscula identidem divisa et polygoni figura praedita.*

*Pondus residentiae fuit granorum circiter XXXV. Maxima et diuturna affuso spiritu sulphuris, observata est ebullitio, quae per quatuordecim minuta horarum in automato horologio indicata perseveravit. Porro facilis evaporatio, nullus inde pravus odor, residentia parva et subamara testimonium praebuit bonitatis hujus limphae, quippe quae alcalicis salibus moderato imbuta puicherrimum sui usum pollicetur, ut experimento compertum est apud eos qui nostro etiam aeo passim utuntur.*

*Pondus unciarum quinque minuendum erat quadrante grani ut libraretur cum aqua tiberina pridie a flumine hausta omnium levissima.*

Se si confronta ora il metodo operativo del Lancisi con quello usato nel sedicesimo secolo, comprese le modificazioni

(1) Loc. cit.

successive, si vede quanto piccolo sia stato il progresso fatto nello spazio di duecento anni circa, in questa branca della chimica, poichè sono sparite soltanto certe ricerche chimeriche alle quali tenevano molto gli alchimisti dell'epoca di Paracelso. Ecco il metodo, che descrive il Kopp (1) e che sembra fosse usato anche da Thurneysser, il quale nel 1572 si occupò delle acque fredde, calde, minerali e metalliche. « Un vaso che porta nell'interno una scala divisa in 24 parti e sulla cui sommità è fissato un piombino per indicare la posizione verticale, si riempie coll'acqua da esaminarsi fino alla divisione superiore e si pesa; poi si riempie con acqua di pioggia e si pesa di nuovo; l'eccedenza in peso fa concludere sulla quantità di sostanze straniere contenutevi. L'acqua così pesata si distilla; il residuo si pesa, si polverizza e, ridiscioltolo nell'acqua, si fa cristallizzare. I cristalli ottenuti si arroventano, se bruciano sono ritenuti, come nitro, se si arrossano, come vetriolo. Ciò che non si scioglie nell'acqua è considerato come piombo. Il residuo, che non cristallizza, si chiama sale ed è ritenuto come zolfo soltanto quando si hanno acque solforose. Anche il distillato deve essere esaminato ed evaporato: il residuo se nell'arroventamento diviene bleu, l'acqua contiene argento oppure oro; se si volatilizza, mercurio; se diviene bruno, rame; se rimane bianco, stagno.

Più tardi il Libavio prescrisse che l'esame di un'acqua fosse fatto in vicinanza della sorgente, perchè non isfuggissero, durante il trasporto, le parti gassose (*spiritus*), e dette anche un metodo semplice per riconoscere se un'acqua è mineralizzata facendone imbevare un piccolo pezzo di tela, lasciandola seccare e dall'aumento di peso deducendone le sostanze minerali.

Tanto poco sicure, dice il Kopp, erano le conoscenze del chimico, il quale nel 1600 era lo scienziato più distinto, che il colore, il sapore e l'odore dell'acqua formavano ancora i caratteri più essenziali delle parti componenti di essa. E nel 1667 si avevano ancora idee così ristrette che il Givry in Francia dimostrò che tutte le acque contengono soltanto allume e ferro, ad onta dei progressi conseguiti nella Chimica per opera di Van Helmont, Glauber, Tachenius e Boyle.

Si dovette giungere ad Hoffmann, che nel principio del 18° secolo pubblicando il suo « *Modus examinandi aquas salubres* (2) » confutò l'idea dei chimici anteriori che esistessero in queste acque oro, argento, arsenico etc. come parti costituenti, e combatté specialmente la presenza dell'allume.

(1) Kopp. Geschichte der Chemie -- Zweiter Theil. p. 55 -- 1834.

(2) Si deve notare che gli studi dell'Hoffmann sulle acque vanno fino al 1731, parte di essi sono perciò posteriori all'analisi del Lavoisier.

Egli insegnò a separare i componenti ordinarii, e dimostrò che in tutte le acque acide esiste un corpo gassoso (acido carbonico) di cui riconobbe la proprietà acida. Trovò il ferro nelle acque minerali (Gesundbrunnen) servendosi della tintura di galla ed il rame per mezzo della precipitazione col ferro metallico. Scopri il solfato di magnesio e ne fece una individualità diversa dal cloruro di sodio, appoggiandosi sulla forma cristallina.

Questi progressi non furono sconosciuti al Lancisi, il quale nella sua analisi raccolse quanto di migliore si era scoperto fino allora, salvo certe conoscenze, di recente acquisto, che non avevano la certezza necessaria e che non potevano essere applicate da chi specialmente non faceva professione di chimico. Ed in questo ebbe gran parte lo sconcerto lasciato negli animi dalle dottrine degli alchimisti, poichè la chimica incominciava solo allora a vivere vita propria e sicura nell'idea che i metalli si trasformino pur rimanendo sostanzialmente gli stessi.

Pare che contemporaneamente al Lancisi o poco di poi fosse anche analizzata l'acqua del Tevere, come attesta il Redattore della Biblioteca Milanese (1): allora si rilevò che « la sua opacità ed il suo colore fangoso dipendono da particelle calcaree o piuttosto marnose. Due libbre e mezza di peso romano atinte dal fiume, lungi dalla sponda, ed evaporate, hanno dato un residuo di grani due e mezzo, composto di finissima terra marnosa di colore cenerino, che messa sulla lingua, sviluppò un sapore sensibile assai di muriato di soda o sia di sal comune ».

Da quest'epoca in poi e per più di un secolo nessuno si occupò dell'acqua del Tevere e della sua potabilità. Nel 1836 però, quando i progressi fatti dalla chimica permettevano applicazioni sicure, il Chimenti (2) pubblicò un'analisi, che, per corredo di esperienze e di vedute, non è certo inferiore a quelle di Bostoch (3) e Vauquelin (4) sul Tamigi e sulla Senna. Con questa analisi l'autore determinò non solo tutti i principali componenti dell'acqua, ma anche le materie organiche che il progresso delle idee sanitarie proconizzava già come l'elemento più importante nel giudizio della potabilità. Il Chimenti esaminò contemporaneamente l'acqua presa a Ponte Molle ed a Ripa Grande, cioè prima e dopo avere attraversato la città, per vedere quali fossero le differenze prodotte specialmente dalle materie escementizie e dai rifiuti di ogni ge-

(1) Redattore della Biblioteca Milanese N. XVI Aprile 1717 p. 115. — Cancellieri — Lettera a Koreff p. 68 — Roma 1827.

(2) Chimenti — Sull'acqua del Tevere — Analisi Chimica. Roma 1831.

(3) Bostoch — Philosophical Magazine and Annals. Aprile 1830.

(4) Vauquelin — Journal de Pharmacie. Janvier 1830.

nere, che affluivano nel Tevere in questo tragitto. Quali fossero i risultati lo dica l'autore stesso: ... « Anch'io quando ebbi il pensiero di fare questa analisi immaginai che l'acqua presa a Ripa Grande dovesse essere torbida e putrida, così che molto fui sorpreso, quando attingendo con un bicchiere l'acqua nel mezzo della corrente, la trovai eguale nella limpidezza, nell'odore e nel sapore a quella di Ponte Molle ». La evaporazione di 100 libbre di ambedue queste acque ha fatto vedere che contengono una quantità incalcolabile di materie organiche, per determinare le quali, mise in opera l'autore tanto l'arroventamento del residuo solido e conseguente annerimento, per carbonizzazione dei composti idrocarbonati, quanto il metodo proposto dal Davy (1) e fondato sulla decomposizione del nitrato d'argento per azione delle materie organiche e della luce. È notevole la critica, che il Chimenti fece di quest'ultimo metodo, e le esperienze dalle quali dedusse che « volendosi servire di questo reagente per iscoprire una materia organica disciolta nell'acqua devesi in principio riflettere che questa materia organica non sia precipitata dal nitrato d'argento, perchè allora decantando il liquido dal precipitato non vi esiste più. In secondo luogo la quantità di materia organica disciolta nell'acqua deve essere relativa alla sua natura, poichè mentre il nitrato d'argento discopre un grano di gomma ed un grano di gelatina disciolti in once 10 di acqua, non dà alcun indizio di un grano di zucchero disciolto nella medesima quantità di liquido ».

Sull'autodepurazione delle acque il Chimenti ebbe idee molto esatte « Le impurità, scrive egli, esistenti nel Tevere determinano nell'acqua un certo moto intestino, il quale producendo delle composizioni e decomposizioni con l'aiuto del corso continuo dell'acqua medesima, la depura naturalmente. Addurrò un fatto in favore di questa spiegazione. Essendo stata portata al sig. Bostoch dell'acqua del Tamigi per analizzare presa avanti di una chiavica, e precisamente at the mouth of the king's scholar's Pond sewer, così che era torbida e fetida, lasciata per qualche tempo nel laboratorio, manifestò una specie di fermentazione, si radunò alla sua superficie uno strato di materia e divenne così da sè trasparente e senza odore ».

Diamo ora i risultati analitici, ch'egli ottenne:

(1) Davy - Philosophical Magazine and Annals. Aprile 1830.

Sostanze contenute in una libbra di acqua	Ponte Molle grani	Ripa Grande grani
Carbonato di calcio . . . . .	1. 24	0. 91
Solfato di calcio . . . . .	1. 19	1. 45
Cloruro di sodio . . . . .	0. 92	1. 11
Carbonato di magnesio . . . . .	0. 66	0. 54
Solfato di soda . . . . .	0. 44	0. 30
Idroclorato di magnesio. . . . .	0. 15	0. 35
Silice idrata . . . . .	0. 14	0. 08
Protossido di ferro . . . . .	0. 02	0. 04
Perdita . . . . .	0. 03	0. 02
Totale	4. 79	4. 80

Nel 1860 Commaille e Lambert (1) farmacisti del Corpo d'occupazione francese a Roma tornarono di nuovo sull'argomento, e per giudicare ancora della potabilità dell'acqua del Tevere, fecero un'analisi dell'acqua attinta al Porto di Ripetta. Non trascurarono però di fare dei saggi così a monte come a valle di Roma. Al Porto di Ripetta trovarono p. e. gm. 0,00032 di ammoniaca e niente nitrati, al Porto dei marmi a Ripa Grande invece gm. 0,00102 di ammoniaca e tracce di nitrati.

La media dell'ammoniaca fu calcolata dagli autori a gm. 0,00067, e a gm. 0,546 per litro il residuo seccato a 120°. Questo residuo aveva la composizione seguente:

(1) Commaille e Lambert — Memorie sulle acque del bacino di Roma. Biblioteca Batocchi.

COMPONENTI IN 1000 PARTI	Quantità
Cloruro di sodio . . . . .	0.06881
» di magnesio . . . . .	0.02450
Solfato di calcio . . . . .	0.03961
» di magnesio . . . . .	0.06792
Carbonato di calcio . . . . .	0.22383
» di magnesio . . . . .	0.00983
» di sodio . . . . .	0.00419
Sali di litio . . . . .	indeterminaio
Silicato di soda . . . . .	0.04576
Ioduri alcalini . . . . .	assai consist.
Materia organica ed acido nitrico . . . . .	0.00032
Totale	0.48477

La litina, dicono gli autori, esiste in quest'acqua in quantità assai considerevole, e per iscoprirla non si servirono dello spettroscopio, ma del processo seguente: Il precipitato di pirofosfato di magnesia è stato sciolto nell'acido cloridrico ed in questa soluzione è stata versata dell'acqua di calce in eccesso: dopo aver filtrato si precipitò la calce in eccesso coll'ossalato di ammoniaca ed il liquido chiaro è stato evaporato a secchezza ed il residuo arroventato: si riprese con acqua acidulata, nella quale il fosfato di soda ha determinato un precipitato assai abbondante, che presentava tutti i caratteri dei sali di litina.

Lo iodio fu ricercato in 50 litri d'acqua col processo di Henry ed Humbert, con amido ed acido nitrico.

Concludono gli autori che l'acqua del Tevere deve essere considerata come malsana anche presa a monte della città e potabile sol quando accuratamente filtrata.

Da quest'epoca in poi non furono fatte più analisi dell'acqua del Tevere, ma osservazioni, riguardanti specialmente la bonifica, per colmate, delle paludi litoranee d'Ostia o Maccarese, o interessanti più in genere l'agricoltura.

Abbiamo difatti alcune osservazioni del Ceselli (1) sul grado idrotimetrico complessivo di quest'acqua, pubblicate

(1) M. Ceselli — Osservazioni fisico chimiche di un'anno fatte sull'acqua del Tevere 1872. Annali d'Agricoltura Vol. 71 - 1874.

nel 1872, e dalle quali risulta che il grado idrotimetrico si abbassa col crescere dell'altezza idrometrica, crescendo contemporaneamente la quantità di materie in sospensione. Commaile e Lambert trovarono al contrario, fuori di Roma e prima del confluente Aniene, non meno di 38° essendo l'acqua molto torbida ed il fiume grosso; al ponte rotto 29° colle acque meno torbide e dopo le cloache 28,75: il grado idrotimetrico decrescerebbe quindi col decrescere del grado idrometrico.

Il Ceselli stabilì che il grado idrotimetrico medio annuale è di 21,3°; il massimo di 30° ed il minimo 11,5°, corrispondente alla piena del 9 Novembre 1871.

La quantità di materia sospesa in un metro cubo di acqua è stata in media per un anno di gm. 932, la minima di gm. 10, e la massima di gm. 28600 corrispondente alla piena del 9 Novembre 1871 nella quale l'idrometro di Ripetta segnò 13,55. I componenti di questa materia sospesa variano di giorno in giorno; però è sempre una marna in cui ora abbonda l'argilla, ora la calce. Contiene ora più ossido di ferro, ora meno, sali alcalini provenienti da detriti di rocce vulcaniche ed anche materie organiche. L'analisi ha dato:

Argilla	28,6 %
Carb. calc.	15,2 %
Protoss. di ferro	6,2 %

Altre osservazioni nella stazione agraria di Roma, per incarico del Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio, furono incominciate nel 1873 e continuate fino al 31 Dicembre 1878. « Durante questi cinque anni ogni giorno a mezzodi preciso uno del personale della stazione agraria si è recato al Porto di Ripetta ed ha osservato la temperatura dell'acqua e dell'aria soprastante ed ha raccolto nel filone del fiume un campione di tre litri di acqua, della quale poi si determinò il grado idrotimetrico e la quantità di materie sospese. » Nel 1877 il Prof. Marro estese questo esame all'analisi della materia sospesa incaricandone l'assistente Vaccaroni.

Il grado idrotimetrico per gli anni 1877 e 1878 confrontato colle materie sospese mostra il nesso intimo indicato dal Ceselli, poichè in tutti i mesi ad un aumento di materie sospese corrisponde un abbassamento del grado idrotimetrico. E questo fatto è, in certo modo, spiegabile, se si consideri che il Tevere nelle piene diluisce le proprie acque con quelle di pioggia, che hanno una durezza minima. Ed ammesso anche che queste scorrendo sulla terra possano cari-

(1) Stazione Chimico-Agraria sperimentale di Roma — Ricerche fisico-chimiche sull'acqua del Tevere 1873.



carsi di sostanze saline, pure non ne conteranno mai quante ne contiene il Tevere, essendo esse incapaci di disciogliere i carbonati terrosi, prive come sono o quasi di acido carbonico libero.

Ecco la composizione delle materie sospese raccolte nel Luglio 1878:

COMPONENTI	Sostanze solu- bili in HCl.	Sostanze iso- lubili in HCl.
	36.081	63.919
Anidride carbonica . . . . .	1.975	—
» fosforica . . . . .	0.659	—
» solforica . . . . .	0.735	—
» silicica . . . . .	—	40.879
Ossido di ferro . . . . .	10.417	10.272
» d'alluminio . . . . .	10.829	10.847
» di calcio . . . . .	9.631	0.690
» di magnesio . . . . .	0.940	0.127
» di potassio . . . . .	0.411	0.282
» di sodio . . . . .	0.289	0.596
Perdita . . . . .	0.195	0,226
	100,000	100,000

Delle quattro analisi, sopra menzionate, due hanno un valore storico e due un valore analitico, che può dirsi grandissimo nei tempi quando furono pubblicate, non già nei tempi moderni, quando altri fattori sono stati chiamati nel giudizio della potabilità oltre i sali minerali. E sebbene il Chimenti, avesse tentato di determinare le materie organiche e di esse si fosse servito come argomento per stabilire la superiorità delle acque del Tevere in confronto a quelle della Senna e del Tamigi, e sebbene Commaille e Lambert fossero giunti fino alla determinazione dell'ammoniaca, pure non dettero a questi principii l'importanza, che hanno acquistata oggidì. Del resto in una città provvista di tante acque eccellenti come Roma, la questione della potabilità di quelle del Tevere passa in seconda linea, e cede il posto a pur gravi questioni igieniche sulle quali già molto si discusse in Inghilterra, Francia e Germania.

### Analisi chimica

Lo studio chimico fu cominciato nel Giugno dell'anno 1888 sull'acqua presa a Ponte Molle, e proseguito nel Novembre dello stesso anno sull'acqua presa alla Magliana, dopo avere, cioè, attraversato la città e corso ancora per 10 Km. circa. L'acqua si raccoglieva in due recipienti di cristallo uno della capacità di 40 litri, l'altro della capacità di tre litri e chiuso con turacciolo smerigliato. Ambedue i recipienti erano stati antecedentemente lavati con acido solforico concentrato e con acqua Marcia tante volte da esser sicuri di una completa proprietà e pulizia. L'acqua fu attinta nel mezzo della corrente dopo aver più volte sciacquato i recipienti, che la dovevano contenere; quella della boccia grande ci servi per l'analisi qualitativa delle materie minerali e quella della boccia piccola per l'analisi qualitativa dell'acido nitroso e dell'ammoniaca. È inutile descrivere il metodo, che abbiamo seguito in queste ricerche, poichè si trova consacrato in tutti i buoni trattati di chimica analitica ed in tutti i trattati speciali delle acque.

Questo esame ci mostrò la presenza dei seguenti corpi:

#### ACQUA ATTINTA

A PONTE MOLLE	ALLA MAGLIANA
Ossido di calcio	Ossido di calcio
» di magnesio	» di magnesio
» di ferro	» di ferro
» di alluminio	» di alluminio
» di potassio	» di potassio
» di sodio	» di sodio
» di litio	» di litio
Acido solforico	Ammoniaca
» cloridrico	Acido solforico
» nitrico	» cloridrico
» carbonico	» nitrico
—	» nitroso
—	» carbonico

Il 10 Luglio ed il 5 Dicembre dello stesso anno siamo tornati di nuovo ad attingere l'acqua a Ponte Molle ed alla Ma-

giana per le determinazioni quantitative, adoprando tutte le cure necessarie per esser sicuri della fedeltà dei campioni e perchè nessuna causa estranea li potesse alterare.

Nello stesso tempo che furono attinti i campioni di acqua, si determinò la temperatura per mezzo di due termometri, divisi in quinti di grado centigrado, uno dei quali si teneva immerso ne l'acqua, l'altro nell'aria, il più possibilmente riparato dall'influenza dei raggi solari.

Il seguente quadro mostra i risultati di tali misure :

DATA	ORA	PONTE MOLLE		MAGLIANA	
		T aria	T acqua	T aria	T acqua
Giugno 7/88	7 ant.	22. 5	19. 5	—	—
Luglio 10/88	8 ant.	19. 5 (1)	20. 5	—	—
Nov. 20/88	9 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> a.	—	—	11. 5	12
Dicem. 5/88	9 ant.	—	—	9	7

(1) La temp. dell'aria si abbassò per sopraggiunta di un temporale.

La temperatura dell'acqua del Tevere varia col variare della stagione e si mantiene soltanto qualche grado al disotto di quella dell'ambiente tanto in estate come in inverno. Le osservazioni furono fatte alla superficie dell'acqua, in quegli strati cioè più immediatamente a contatto coll'atmosfera e coi raggi solari. È naturale perciò che essi risentano tutti i cambiamenti di quest'ultima con una celerità relativa.

Appena trasportata l'acqua dal luogo della presa nel nostro Istituto precipitammo l'acido carbonico totale da un litro di acqua filtrata, per mezzo di una soluzione satura di cloruro di calcio ammoniacale. Determinammo poi la quantità di acido carbonico, decomponendo il carbonato con acido cloridrico nell'apparecchio di assorbimento descritto dal Fresenius (1).

L'acido carbonico libero e semicombinato fu determinato col metodo di Pettenkofer aggiungendo a 200 c. c. di acqua 3 cc. di soluzione concentrata di cloruro di bario e 25 cc. di barite N/10, e lasciando il miscuglio 12 ore ben riguardato dall'acido carbonico dell'aria. Poi si estraeva una determinata

(1) Fresenius - Traité d'analyse quantitative, V. édition, p. 379 — Kubel-Tiemann etc. — Wasser analysis, p. 215.

quantità del liquido limpido e su di esso si determinava la barite in eccesso con acido assalico N/10, adoperando come indicatore la fenoltaleina. Col calcolo si passava poi alla quantità di acido carbonico.

Secondo il metodo originale di Pettenkofer si doveva aggiungere una certa quantità di cloruro d'ammonio per impedire la precipitazione della magnesia e perciò una sottrazione di barite. Omettendolo, si commette un errore nell'acido carbonico, equivalente alla magnesia contenuta nell'acqua, ma si ha il vantaggio di adoperare come indicatore la fenoltaleina, che in presenza di cloruro d'ammonio dà risultati totalmente erronei (Bekurts, Fluckiger, Tompson e Trillich). Inoltre si sa che il cloruro d'ammonio scioglie i carbonati terrosi e perciò fa acquistare al liquido un'alcalinità per la quale il cambiamento nel colorito dell'indicatore non avviene se non quando la metà dei carbonati sono neutralizzati (1). Perciò nella nostra analisi credemmo opportuno lasciar precipitare la magnesia ed introdurre una correzione, come oggi propone il Trillich, il quale prima di noi ha potuto discutere e dimostrare la convenienza di tale modificazione. La sostituzione poi del cloruro di bario al cloruro di calcio ci è sembrata utilissima per evitare un altro errore, proveniente dall'acido solforico contenuto nell'acqua e che andrebbe ad aumentare quello della magnesia, quando da solo non costituisca un errore abbastanza grave in acque contenenti molti solfati. Una difficoltà si presenta, ed è la necessità di una determinazione della magnesia: ma nelle analisi quantitative questa difficoltà non esiste, e si può presentare soltanto nelle determinazioni isolate di acido carbonico libero e semicombinato, in acque, delle quali non si conosca e non si debba conoscere la quantità degli altri costituenti.

I campioni furono portati immediatamente nella cantina dell'Istituto perchè non avessero ad alterarsi, e l'indomani che l'acqua aveva depositato tutte le sostanze sospese, incominciammo lo svaporamento per la determinazione del residuo solido e per la determinazione delle basi. Ricerchammo pure la durezza totale, temporanea e permanente col metodo di Clark, ed in tutte queste determinazioni ci servimmo sempre dell'acqua filtrata.

Le materie organiche furono determinate in queste due analisi coi metodi di Kubel e Tidy sull'acqua, che aveva depositato tutte le materie sospese, poi decantata con sifone di vetro lavato prima con acido solforico con acqua priva di materie organiche. Sul valore di questi due metodi riman-

(1) Trillich — Die Münchener Hochquellenleitung 1890. Hygienische Tagesfragen VIII.

diamo alla discussione che ne fecero i Prof.<sup>ri</sup> Mauro, Nasini e Piccini nelle analisi delle acque di Roma (1).

Per tutte le altre determinazioni poi ci riferiamo ai trattati sulle acque di Frankland (2), di Kubel-Tiemann (3) e di Wanklin-Chapman (4).

I risultati delle analisi sono nelle seguenti tabelle:

PER 100,000 PARTI DI ACQUA	Ponte Molle	Magliana
Residuo solido a 100°	61. 76	69. 84
Residuo solido a 180°	60. 00	67. 34
Residuo solido dopo arroventato . . . .	49. 76	61. 12
Annerimento osser- vato nella calcina- zione . . . . .	leggerissimo	leggero con odo- re d'azoto

PER 100,000 PARTI DI ACQUA	Ponte Molle	Magliana
Ossido di sodio . . . .	8,7674	8,3810
» di potassio . . . .	0,2365	0,6485
Ammoniaca . . . . .	—	traccie
Ossido di calcio . . . .	17,6166	21,1800
» di magnesio . . . .	2,7741	3,2042
Cloro . . . . .	9,6357	9,0774
Anidride nitrica . . . .	—	traccie
Anidride nitrosa . . . .	0,2362	0,2594
Anidride carbonica . . . .	23,7700	35,8600
Anidride solforica . . . .	9,150°	9,2669
Anidride silicica . . . .	0,9033	1,0460
Ossido di ferro . . . .	0,0280	0,0950
» di alluminio . . . .	0,1033	0,2300
» di litio . . . . .	traccie	traccie

(1) Mauro, Nasini e Piccini — Analisi chimica delle acque potabili della città di Roma — 1884.

(2) F. Frankland. The. Water analysis. London 18 0.

(3) Kubel-Tiemann — Die chemische und mikroskopische — bacteriologische Untersuchung des Wassers. Dritte Auflage, 1890.

(4) Wanklin-Chapman — Water analysis, 1889.

100000 P. DI ACQUA CONTENGONO	FONTE MOLLE	MAGLIANA
Cloruro di sodio . . . . .	15,8786	14,9587
Carbonato di sodio . . . . .	0,6037	0,7762
Nitrato di potassio . . . . .	0,4418	0,4852
Carbonato di potassio . . . . .	0,0454	0,6206
Solfato di calcio . . . . .	15,5553	15,7537
Carbonato di calcio . . . . .	20,0206	26,2379
Carbonato di magnesio . . . . .	5,8256	6,7288
Anidride silicica . . . . .	0,9033	1,0460
Ossido di ferro . . . . .	0,0280	0,0950
Allumina . . . . .	0,1033	0,2300
Totale dei composti inorg. fissi . .	59,4056	66,9321
Residuo fisso disseccato a 180° . .	60,0000	67,3400
Differenza . . . . .	— 0,5944	— 0,4179
Anidride carbonica { trovata . .	15,80	21,48
libera e semicombinata { calcolata .	15,88	19,38
Durezza totale in gradi francesi . .	37,37	44,54

100.000 P. DI ACQUA CONTENGONO	PONTE MOLLE		MAGLIANA	
	Metodo Kubel	Metodo Tidy	Metodo Kubel	Metodo Tidy
Materie organiche .	0,1000	0,0815	0,1800	0,1410
Ossigeno consumato per l'ossidazione .	0,0200	0,0163	0,0360	0,0282

L'acqua del Tevere non ha composizione costante, e questo è dovuto principalmente alla variabilità continua delle con-

dizioni dell'ambiente ed alla quantità dei rifiuti che, per le industrie, variano coll'intensità e coll'opportunità del lavoro. Riportiamo quattro determinazioni di residuo solido eseguite in varie epoche dell'anno sull'acqua presa a Ponte Molle ed alla Magliana.

DATA	RESIDUO SOLIDO DETERMINATO A 180° SULL'ACQUA PRESA	
	Ponte Molle	Magliana
7 Giugno 88 .	55,36	—
10 Luglio »	60,00	—
20 Novembre »	—	64,16
5 Dicembe »	—	67,34

*Materie sospese.*

Il Tevere trasporta molte materie minerali sospese, che lo rendono continuamente torbido e limaccioso. Già dicemmo che la Stazione chimica-Agraria di Roma si occupò della determinazione e della composizione di esse, perciò a noi non restava che vedere in qual modo variasse la composizione lungo un percorso di vari chilometri. Abbiamo analizzato il deposito lasciato dal Tevere nelle vicinanze di Ponte Felice (Stazione ferroviaria di Civitacastellana) e la materia che l'acqua teneva ancora in sospensione a Ponte Molle, ed abbiamo trovato che le sostanze solubili nell'acido cloridrico aumentano in modo da divenire il doppio di quelle depositate a Ponte Felice, e le sostanze insolubili (silicati a base di ferro) diminuiscono della metà. Pel resto la composizione non è molto diversa.

Quantità delle sostanze		Composizione delle sostanze solubili in HCl.						Materie organiche sospese %	Luogo di presa
Solubili in HCl. %	Insolubili in HCl. %	Ossido di ferro %	Ossido di calcio %	Ossido di magnesio %	Ossido di alluminio %	Ossido di potassio %	Ossido di sodio %		
36.74	63.26	4.17	16.09	trac.	1.30	0.12	0.27	3.40	Ponte Felice
63.49	36.50	3.91	30.30	0.22	1.80	0.14	0.28	2.78	Ponte Molle

### Natura delle materie organiche.

Fino ad ora abbiamo considerato le acque del Tevere dal lato delle sostanze minerali soltanto, e ci siamo limitati alla determinazione delle materie organiche coi metodi di Kubel e Tidy a Ponte Molle ed alla Magliana. Per giudicare però del grado e della qualità dell'inquinamento di tali acque, le determinazioni fatte non erano bastevoli ed i metodi non davano gli elementi necessari per un tale giudizio. Dimodochè poteva darsi il caso di dover giudicare corrottissima un'acqua che tenesse disciolte molte sostanze organiche di origine vegetale e poco corrotta, al contrario, un'acqua che tenesse disciolte sostanze organiche di origine animale in piccola quantità. In un corso di acqua ove fanno capo resti abbondantissimi di vegetali e relativamente scarsi di animali ci si imponeva di risolvere una questione da cui dovevano trarre origine i più importanti corollari igienici.

Difatti tutti sono d'accordo nel dare importanza alle materie azotate, potendo essere indizio d'inquinamento pericoloso. « Nell'esame analitico, dice il Frankland, di qualunque acqua in rapporto colla propagazione di malattie, la facilità delle manipolazioni deve cedere il posto all'accuratezza dei risultati. In tali circostanze io giudico cosa essenziale ricorrere ad un processo, che dia gli elementi necessari per un giudizio non soltanto sulla quantità, ma, per quanto è possibile, sulla natura della materia organica, cioè se essa è di origine animale o vegetale (1) ».

Nei saggi che abbiamo fatto per vedere la corruzione del Tevere da Ponte Molle a Fiumicino, ci siamo serviti, per

(1) Loc. cit.



la determinazione della materia organica, del metodo classico del Frankland, fondato sulla combustione del residuo secco e sul successivo calcolo del carbonio e dell'azoto dai prodotti della combustione. Non descriviamo i dettagli di questo metodo e le cure, che si devono avere nell'applicarlo perchè dia risultati sicuri: ognuno può trovarli diffusamente nel trattato dello stesso autore.

### *Ammoniaca*

Nel giudizio della corruzione di qualunque acqua la presenza dell'ammoniaca ha un valore grandissimo, anzi nelle acque potabili ben condottate questo valore può dirsi assoluto e dà la certezza di una recente corruzione animale. Ma nei fiumi e nei torrenti si deve fare qualche restrizione, poiché si sa che l'acqua di pioggia può contenere quantità considerevoli di ammoniaca. La Commissione inglese (1) per es. ne ha trovata in quest'acqua, raccolta a Lancaster Gate, Hyde Park, 0,221 per 100000 p. ed ha calcolato da 71 analisi una media di p. 0,050 in 100000. Perciò se si esaminasse l'acqua di un torrente o di un fiume in piena tutta l'ammoniaca non dovrebbe essere attribuita alla corruzione animale e bisognerebbe con opportuni calcoli approssimativi detrarre le quantità che potrebbero essere attribuite all'acqua di pioggia.

La determinazione dell'ammoniaca fu fatta col metodo colorimetrico del Frankland, il solo usabile nei casi ove si abbiano piccolissime quantità di questa sostanza. Incominciammo dal prepararci cloruro d'ammonio purissimo, carbonato di soda ed acqua distillata perfettamente esenti di ammoniaca. Sciogliemmo poi gm. 1,5735 di cloruro d'ammonio in un litro d'acqua ed allungammo ancora 100 c.c. di questa soluzione ad un litro, in modo che 1 c.c. corrispondesse a gm. 0,00005 di ammoniaca.

Per eseguire la determinazione si pigliavano 200 c.c. di acqua da esaminare e si mettevano in un cilindro chiuso con turacciolo o smerigliato, e si aggiungeva ad essa un pezzettino di potassa ed un po' di carbonato di soda secco. Si lasciavano precipitare tutti i carbonati e, quando il liquido era perfettamente limpido, se ne decantavano 50 c.c. in un cilindro graduato, chiuso a smeriglio e di diametro molto stretto. Si aggiungeva poi 1 c.c. di reattivo di Nessler e si osservava la colorazione. Contemporaneamente in più cilindri di eguale capacità e contenenti la stessa quantità di acqua di-

(1) Sixth Report of the Commission appointed in 1868 to inquire into The Best Means of Preventing the Pollution of Rivers - 1874 p. 27, 29.

stillata, si aggiungevano quantità diverse di soluzione di cloruro d'ammonio ed 1 c.c. di reattivo di Nessler. Comparando le varie gradazioni di colore, si arrivava a trovarne una che corrispondeva a quella dell'acqua in esame. Così si poteva facilmente dedurre la quantità di ammoniaca in quella determinata quantità di acqua ed in 100000 p.

### *Acido nitroso*

L'acido nitroso non è meno importante dell'ammoniaca nel giudizio della corruzione di un acqua e rappresenta uno stato di transizione tra l'ammoniaca e l'acido nitrico, ovvero una incompleta ossidazione dell'ammoniaca stessa (1).

La determinazione fu fatta pure con metodo colorimetrico, servendoci della reazione di Griess.

Ci preparammo, prima di tutto, una soluzione titolata di nitrito potassico sciogliendo gm. 0,406 di nitrito d'argento, previamente analizzato, in acqua calda, decomponendolo con un eccesso di cloruro di potassio e portando il volume ad un litro. Dopochè il cloruro d'argento si era depositato, si pigliavano 100 c.c. del liquido limpido e si allungavano ad un litro con acqua distillata esente di nitriti. Ogni centimetro cubo di questa soluzione corrispondeva allora a gm. 0,00001 di anidride nitrosa.

Per fare la determinazione si aggiungevano a 50 c.c. di acqua da esaminarsi 0,2 c.c. di soluzione satura a freddo di acido solfoanilico, 1 c.c. di acido solforico diluito 1:30 e dopo una diecina di minuti, 5 o 6 gocce di una soluzione limpida di cloridrato di nafilammia. Per dedurre dalla colorazione prodotta la quantità di acido nitroso, si facevano dei saggi, nell'identico modo, con acqua distillata e contenente quantità determinate di soluzione di nitrito potassico. Quando si era raggiunta la stessa tinta dell'acqua in esame, si deduceva la quantità di acido nitroso con semplice calcolo.

Tutte queste determinazioni furono fatte sempre il giorno dopo attinta l'acqua, avendo avuto l'avvertenza però di tener questa in luogo fresco per impedire ogni possibile alterazione.

I risultati delle analisi sono nelle seguenti tabelle:

(1) L'acido nitroso può formarsi anche per riduzione dell'acido nitrico in presenza specialmente di molte sostanze organiche in putrefazione.

*Fiume grosso (per 100000 p.)*

Luogo di presa	Data	Anidride nitrica	Anidride nitrosa	Ammoniaca	Carbonio organico	Azoto organico	Idrometro di Ripetta	Temp. dell'acqua	N: C.
Ponte Molle	Mag. 22-89	0.1483	trac.	0	0.1326	0.0854	7.28	18	1: 1,6
Ripetta	« 26 »	0.1942	0	0	0.1672	0.0829	7.14	—	1: 2,2
Ponte Palatino	» 26 »	0.1817	0.0040	0.0071	0.1208	0.1976	7.14	—	1: 0,6
Ripa grande	Giug. 1 »	0.1701	0.0006	0.0003	0.1046	0.0676	6.81	21,5	1: 1,6
Ponte S. Paolo	» 1 »	—	0.0008	0.0005	0.1337	0.2556	6.84	21,5	1: 0,5
Magliana	» 6 «	0.2369	0.0007	trac.	0.1477	0.0678	6.98	20	1: 2,2
Fiumicino	» 11 »	0.2176	trac.	0	0.0820	0.0452	6.60	21	1: 1,8

*Fiume in magra (per 100000 p.)*

Luogo di presa	Data	Anidride nitrica	Anidride nitrosa	Ammoniaca	Carbonio organico	Azoto organico	Idrometro di Ripetta	Temp. dell'acqua	N: C.
Ponte Molle	Agos. 6-89	0.1965	trac.	trac.	0.3202	0.0879	5.90	21.5	1: 3,6
Ripetta	» 6 »	0.1922	id.	id.	0.1715	0.0427	5.90	21.5	1: 4
Ponte Palat.	» 8 »	0.1804	0.0014	0	0.0840	0.0653	5.90	21.5	1: 1,3
Ripagrande	» 8 »	0.1965	0.020	0	0.1310	0.0502	5.90	21.5	1: 2,6
Ponte S. Paolo	» 12 »	0.1966	0.0050	0.0100	0.1326	0.3516	5.90	21.5	1: 0,4
Magliana	» 12 »	0.1998	0.0010	0.0010	0.0840	0.1959	5.90	21.5	1: 0,4
Fiumicino	» 16 »	0.1998	0	0	0.2287	0.0152	6.10	21.5	1: 5,1

*Comparazione dell'acqua presa lungo la sponda sinistra  
e nel mezzo - in 100000 p.*

Luogo di presa	Data	Anidride nitrosa	Ammoniacca	Carbonio organico	Azoto organico	N: C.
120 m. dalla Cloaca Mass. (sin.)	Nov. 21-89	traccie	0,0600	0,2341	0,1063	1: 2,3
» » » (mezzo)	»	0	traccie	0,0712	0,0477	1: 1,5
220 » » (sinistra)	Dic. 15-89	traccie	0,0230	0,1350	0,4910	1: 0,3
» » » (mezzo)	»	0	traccie	0,1542	0,0830	1: 1,9
410 » » (sinistra)	Dic. 19-89	traccie	0,0400	0,2006	0,1932	1: 1,1
» » » (mezzo)	»	0	trac. ab.	0,1308	0,1432	1: 1,2

Dalle prime due tabelle si vede molto chiaramente che *l'acqua del Tevere ha il suo massimo di corruzione al Ponte S. Paolo; alla Magliana è in parte depurata, ed a Fiumicino ha composizione quasi identica a quella di Ponte Molle. Nel tratto urbano l'inquinamento non è apprezzabile perchè nel mezzo della corrente le immondizie non sono diffuse che in parte.* Il carbonio e l'azoto organico, a dir il vero, dimostrerebbero che tanto a Ponte Molle quanto a Fiumicino il Tevere contiene sempre materie organiche di origine animale; però in tale giudizio dobbiamo tener conto di un fatto importantissimo notato dalla Commissione inglese: che, cioè un'acqua contenente della torba in soluzione dà dei rapporti tra l'azoto ed il carbonio organico, che possono facilmente confondersi con quelli della materia organica animale, quando la stessa torba abbia subito una lunga ossidazione. « La concentrazione dell'azoto durante l'ossidazione, fa rassomigliare la materia organica vegetale alla materia organica animale nella composizione chimica, almeno per ciò che concerne gli elementi principali, azoto e carbonio (1) ». Non si può negare ora che la materia organica contenuta nel Tevere a Ponte Molle non sia in uno stato di ossidazione molto avanzata, dimodochè la materia di origine vegetale verrebbe a confondersi con quella di origine animale. Ma se confrontiamo i rapporti fra azoto e carbonio organico

(1) Sixth report etc. pag. 8.

a Ponte Molle con quelli trovati a S. Paolo ed alla Magliana, ove è certa la presenza di sostanze di origine animale, troviamo questi ultimi tali da farci credere che a Ponte Molle vi sia materia organica vegetale.

Nella terza tabella è confermato quello che scrisse il Petronio, e ripeterono il Bacci ed il Chimenti, cioè che *l'acqua del fiume nel mezzo sia più pura che alle sponde*. Difatti mentre alla sponda sinistra si trovano quantità considerevoli di ammoniaca, nel mezzo, alla stessa altezza, se ne trovano piccolissime quantità. Ciò dimostra che le correnti cloacali seguitano per loro conto dei tratti non indifferenti senza diffondersi sensibilmente; nel nostro caso vediamo che *l'acqua della cloaca massima non si è diffusa completamente nel Tevere se non a Ponte S. Paolo* ove abbiamo trovato sempre la corruzione maggiore.

### Analisi batteriologica

Contemporaneamente e negli stessi punti che per l'analisi chimica l'acqua fu raccolta per l'analisi batteriologica dentro tubicini d'assaggio sterilizzati e chiusi da ovatta anche attorno a tutto il collo. L'acqua fu raccolta alla profondità di 4 dita circa sotto il pelo del fiume.

Quando si dovevano fare culture piatte in laboratorio, l'acqua vi è stata portata dentro gli stessi tubicini d'assaggio, fino a 1/3 circa della loro altezza, per poterne poi, agitando, sollevare tutto il sedimento.

La misura della quantità di acqua da mettere nella gelatina nutritiva fu fatta con burette a chiave, graduate al centesimo di cc. e già sterilizzate al calore secco dentro un cilindro di ottone a chiusura ermetica e circondate di ovatta: con un tampone di questa introdotta prima della sterilizzazione si teneva chiuso il lume della buretta all'estremità superiore aperta. Si aspirava l'acqua dentro la buretta per mezzo d'un tubo di gomma infilato nell'estremità superiore della buretta. Salita l'acqua a buona parte dell'altezza si chiudeva la chiave della buretta. Apprendola poi con precauzione si faceva uscir l'acqua fino a che il livello del fondo del menisco coincideva esattamente col tratto d'una divisione.

Se alla punta della buretta restava pendente una goccia, questa si toglieva con carta bibula sterilizzata.

Apprendo e tenendo aperta la chiave con precauzione si poteva misurare con la massima esattezza possibile la quantità di acqua, che si faceva cader dentro i tubi dell'ordinaria gelatina nutritiva già previamente rammollita. Per controllo, in 2 o 3 tubi di gelatina si versavano delle quantità d'acqua pro-

porzionali; p. es. 1, 2, 3 centesimi, oppure 5 e 10 centesimi di cc. I numeri di colonie, che si sono sviluppati, non sempre sono stati proporzionali alle quantità d'acqua messa in coltura. E si comprende. Se in ogni ugual volume d'acqua limpida non è possibile, anche agitandola, aver sempre i batteri distribuiti uniformemente (1), tanto meno può avvenire ciò per le acque del Tevere, che contengono sempre, anche in periodi di magra e di siccità, particelle terrose in sospensione. Secondo il vario volume di queste può esser vario anche il numero di germi che possono esservi attaccati. La medesima causa di errore dovea influire, forse anche più, sui risultati delle colture piatte.

Perchè prima di metter l'acqua in coltura, per avvicinarsi alle sue condizioni ordinarie, bisognava rimescolarne il sedimento, e questo, agitando, può in definitiva distribuirsi in modo diverso che nelle acque tranquille, messe in coltura subito dopo raccolte.

I risultati quindi, che sieguono non rappresentano che valori medii, e ciò tanto più, quando si pensa che son riportati a 1. cc. d'acqua quelli delle suddette piccole frazioni centesimali. Un errore in queste si moltiplica quindi nei risultati complessivi. Ed anche per ciò se il numero dei batteri era eccessivamente grande non ci siamo curati darne delle cifre, più o meno approssimative.

Nella seguente tabella compendiamo i risultati ottenuti in tempo di magra del fiume.

(1) A. Scala e G. Alessi sui rapporti fra la vita dei microrganismi acquatici e la composizione delle acque. - V. Boll. della R. Accad. Med. di Roma Anno XV. fasc. 8 1889.

Data	Luogo di presa	Livello del Tevere	N. delle colonie fluidificanti	Totali	Annotazioni
13 II 88	Ponte Molle, nel mezzo del Tevere	m. 6,38 all'idr. di Ripetta	90 per cc.	350 per cc.	Culture piatte
> >	40 metri sotto la Cloaca massima e in direzione della corrente stessa	> >	1360 >	15900 <	>
10 VII 88	Ponte Molle, nel mezzo del fiume	m. 6,16 >	70 <	160 >	>
> >	180 metri sotto la cloaca massima nel mezzo del fiume	< >	120 >	520 >	>
20 XI >	Ponte S. Paolo, nel mez. del fiume	6,27 >	1200 >	moltis. >	>
9 I 89	Magliana, nel mezzo del fiume	5,92 <	1800 >	moltis. >	>
6 VIII 89	Ponte Molle, mezzo del fiume	m. 5,90 >	151 >	420 <	cult. arrotolate
> > >	Ponte d. Ripetta >	< <	242 >	775 >	>
8 > >	> Palatino >	> <	260 >	2225 >	>
> > >	P. di Ripa grande >	> <	250 >	5875 >	>
12 > >	P. di S. Paolo >	> >	940 >	moltis. >	>
> > >	Magliana >	> <	Rammollimento fapido, odore putrido	moltis. >	>
16 > >	Fiumicino >	6,10 <	315	< 572	>

Da queste cifre risulta che, *ad acque relativamente basse, il Tevere prima di entrare in città ha un numero proporzionatamente scarso di batteri. Questi crescono nel tratto urbano, ma nel mezzo della corrente non raggiungono il massimo che fra S. Paolo e la Magliana, e quindi molto al di fuori della città, per ridiminuire poi e ritornare a Fiumicino in numero non molto superiore di quello a Ponte Molle.*

Il vedere come nel mezzo del fiume anche dopo lo sbocco della cloaca massima e di tutte le altre superiori cloache il numero dei batteri non è ancora abbondante, ci ha consigliato di analizzare contemporaneamente l'acqua attinta alla sponda destra, nel mezzo, alla sponda sinistra. Nelle cifre che seguono bisogna tener conto che l'analisi fu fatta ad acque piuttosto alte, quando le cause di errore suddette, relative cioè ai corpi sospesi, posson più avere influito sui risultati:

Data	Luogo di presa	Livello del fiume	Numero di batteri per 1 cc. d'acqua						Annotazioni
			Sponda destra		Mezzo		Sponda sinistra		
			fluidif.	totali	fluidif.	totali	fluidif.	totali	
22 V 89	Ponte Molle	m. 7,28 nell'idr. Rip.	7950		8000		7250		Cult. arrotondate
28 » »	» di Ripetta	» 7,14 » »	10700		9800		11600		» »
» » »	» Palatino	» » » »	moltiss.		moltiss.		moltiss.		» »
1 VI »	Ponte Ripa gr.	» 6,84 » »	200	4700	800	9950	1850	39900	» »
» » »	Ponte S. Paolo	» » » »	2300	9100	7750	25750	3060	26060	» »
6 » »	Magliana	» 6,98 » »	820	41020	6230	38930	9850	45850	» »
11 » »	Fiumicino	» 6,60 » »	1200	14200	3800	8900	4300	7800	» »



Questa tabella dimostra, innanzi tutto, l'aumento dei batteri coll'aumento di livello del fiume. *Al porto di Ripa grande, dopo quindi lo sbocco delle principali cloache sulla sinistra del fiume, da questa parte si rivela un maggior numero di batteri, i quali a S. Paolo si sono già diffusi al mezzo della corrente, e alla Magliana hanno invasa tutta la larghezza del Tevere.* Alla Magliana il numero dei batteri arriva al massimo, a Fiumicino è già complessivamente assai diminuito.

L'analisi batteriologica si accorda quindi in genere nei suoi risultati coll'analisi chimica. Ne differisce nei dettagli in ciò che essa indica il massimo d'inquinamento alla Magliana, mentre l'analisi chimica lo dà al Ponte S. Paolo. La differenza si comprende, quando si pensa che l'ossidazione delle materie organiche e de' loro prodotti deve procedere più rapidamente che la diminuzione dei batteri. Questi posson ancora trovar da viver benissimo nell'acqua, che si va caricando dei prodotti della nitrificazione. Quindi un'acqua già depurata o in via di depurazione può contenere un numero di batteri ancora così elevato come prima di depurarsi. Il miglioramento avvenuto nella sua composizione chimica può rimanere, batteriologicamente, nascosto; e perciò in questo caso è evidente la superiorità dell'analisi chimica su quella batteriologica.

Per meglio valutare l'influenza delle correnti laterali delle cloache sull'inquinamento delle acque del fiume, abbiamo fatto, contemporaneamente all'esame chimico riferito a pag. 93 un dettagliato esame batteriologico lungo il tragitto della cloaca massima e di lato ad esso, cioè nel mezzo della corrente del fiume.

Ecco i risultati:

Data	Luogo di raccolta	Livello del fiume	Numero di colonie per un l. cc. d'acqua					
			Culture arrot.		Culture piatte			
			Spon. sinist. fluid.	Mezzo fluid.	Sponda sinistra		Mezzo	
				fluidific.	totali	fluidif.	totali	
21 XI 89	120 m. dalla bocca della Cloaca mas.	m. 6,22	180	90	1120	11640	120	2500
15 XII »	200 » » »	» 6,38	470	60	190	7140	80	2700
18 » »	420 » » »	» 6,23	480	23	335	1380	17	2930

Questi dati si accordano in genere con quelli già soprariferiti dell'analisi chimica. Però anche qui si rivela la superiorità di questa su quella batteriologica. Difatto colle

cifre analitiche non possono competere per precisione i numeri batteriologici. Per es. a sinistra già a 300 e più a 400 m. dallo sbocco della Cloaca massima il numero dei batteri sembra diminuito, mentre l'acqua si mantiene chimicamente impura, e a 400 m. se si tenesse conto soltanto del numero totale dei batteri nelle colture piatte, si direbbe l'acqua più inquinata nel mezzo che sulla sinistra, lungo il tragitto stesso della corrente della cloaca massima. Se si tien conto soltanto dei batteri fluidificanti, il risultato batteriologico concorda meglio con quello chimico. 1)

Tanto l'analisi chimica quanto il reperto batteriologico dimostrano che *l'acqua del Tevere anche dopo lo sbocco delle grandi cloache nel tragitto stesso delle loro correnti laterali non è che assai limitatamente inquinata.*

Anche della Senna a Parigi, della Sprea a Berlino, dell'Isar a Monaco abbiamo analisi batteriologiche sistematiche ne' loro varii tratti. Confronti molto dettagliati non si possono fare perchè ogni fiume ha condizioni sue proprie, e particolari e determinate ragioni d'inquinamento. Nel complesso però i nostri risultati si accordano con quelli del Frank (2) e del Praussnitz (3) nel constatare l'aumento progressivo dei batteri fino a un massimo a maggiore o minor distanza dalla città, e la graduata loro diminuzione successiva. L'acqua della Sprea arriva già a Berlino carica di batteri (2000-65000 per cc.) e più se ne stracarica dentro e dopo Berlino, specialmente nel tratto fino a Spandau (2100-848400 p. cc.). Dal punto di vista batteriologico all'acqua del Tevere somiglia più quella dell'Isar prima e dopo Monaco, come pure quella del Meno a Wurzburg (4): con questa però non possiamo far confronti, essendo stata studiata specialmente collo scopo di stabilire la natura dei batteri acquatici e la funzione loro. Per la Senna, abbiamo una prima analisi batteriologica di Miquel e Levy che vi trovarono nel 1880 in un punto (a la Rapée-Bercy) 1200 batteri per cc. (5); gli stessi autori nel 1884 vi trovarono a Choisy 300 batteri p. cc.; e a valle della città, a Neuilly 150000, a Saint-Denis 200000 (6); nello stesso anno il Proust. (7) studiò il contenuto batteriologico della Senna in rapporto collo sbocco del collettore di Clichy, tro-

(1) Uno di noi fin dal 1885 ha dato l'importanza principale nella diagnosi batteriologica della potabilità d'un'acqua ai batteri fluidificanti. V. Relazione sulle acque del sottosuolo al Sindaco di Roma. Boll. della commiss. speciale d'igiene del Municipio, 1886.

(2) G. Frank — Die Veränderungen des Spreewassers innerhalb und unterhalb Berlin, etc. Zeitschrift für Hygiene, Vol. 3, 1888.

(3) Praussnitz — Der Einfluss der Münchener Kanalisation auf die Isar, etc. Hygienische Tagesfrage. München 1890.

(4) Rosenburg — Ueber die Bacterien des Mainwassers. Arch. f. Hygiene, Vol. 5, 1886.

(5) Annuaire de l'Observatoire de Montsouris — 1880.

(6) Revue d'Hygiene etc. pag. 328.

(7) Revue d'Hygiene — 1884 pag. 819.

vando a Saint-Ouen 20000 batteri p. ce., e a monte del collettore 116000, a valle dello stesso 244000: non fecero però altre analisi nell'ulteriore decorso del fiume.

Da questi confronti risulta che *l'acqua del Tevere a Roma è molto più pura di quella della Sprea a Berlino e della Senna a Parigi.*

### Depurazione naturale

Esaminando le determinazioni di materie organiche e le analisi batteriologiche eseguite sull'acqua presa a Ponte Molle, si resta sorpresi della sua purezza ad onta delle immondizie versate nel Nera e nell'Aniene, e si resta ancor più sorpresi osservando che nel tratto urbano il Tevere, quantunque riceva di materie luride una quantità così grande, l'inquinamento tuttavia alla sponda sinistra è limitato, e limitatissimo nel mezzo del fiume. L'autodepurazione in questo tratto non può essere invocato perchè le acque sporche hanno corso così poco da escludere una ossidazione; tanto è vero che nel tratto suburbano, presso S. Paolo, le quantità di carbonio e di azoto organico, nel mezzo della corrente, sono di poco inferiori a quelle trovate sulla sponda sinistra a varie distanze dalla cloaca massima.

Perciò dobbiamo credere più che ad una depurazione ad una diluizione: e difatti, ammesso che nelle 24 ore pervengano nel fiume 60.000 Kg. di materie organiche, in un minuto secondo ve ne perverranno Kg. 0,69, che diluite in tutto il volume del fiume, (180 m<sup>3</sup> al secondo) se ne avrà per ogni metro cubo Chilogrammi 0,31 e per ogni litro grammi 0,0003, ovvero una quantità che non è capace di alterare quella rappresentante la materia organica esistente nell'acqua stessa. Ma la diluizione non può avvenire istantaneamente in tutta la massa del fiume e restano perciò inquinate certe zone soltanto, che sono rivelate dalle analisi.

Da S. Paolo, ove sembra che le acque cloacali si siano sufficientemente diffuse, fino a Fiumicino, la materia organica ed i suoi prodotti di scissione diminuiscono continuamente, tanto che alla Magliana l'acqua è già notevolmente migliorata ed a Fiumicino è pura quanto a Ponte Molle.

Dobbiamo credere perciò, con tutti coloro che si occuparono di acque di fiumi, ad una proprietà auto depuratrice, per la quale le materie organiche soggiacciono, nei liberi corsi d'acqua, ad una rapida distruzione ed ossidazione.

Il Tevere ce ne dà un esempio bellissimo, non solo perchè arrivando a Roma dopo tanta corruzione ci si mostra depu-

rato, ma perchè nel breve tratto da Roma a Fiumicino è capace di ossidare completamente tutti i rifiuti della città.

Alla Commissione Inglese (1) dobbiamo la prima osservazione di questa proprietà nei fiumi Mersy, Irwell e Darwen, in ciascuno dei quali pervengono molte immondizie di città e di fabbriche industriali. Dalle analisi risultò che il

						C	N
Mersy	dopo	13	miglia	alla temp. di	4,3° a 4,8° C.	perde in 100,000 p.	0,150 0,07
Irwell	»	11	»	»	6,2° a 6,8° C.	» »	0,950 0
Irwell	»	11	»	»	12,2° » 13,3° C.	» »	0 0,023
Irwell	»	11	»	»	17,8° C.	» »	0,632 0
Darwen	»	13	»	»	6,8° » 10,7° C.	» »	0 0,030

Per la qual cosa la stessa Commissione credette opportuno intraprendere delle esperienze dalle quali concluse che « l'ossidazione della materia organica, anche molto diluita con acqua pura, procede con grande lentezza ed è impossibile determinare la distanza che l'acqua deve percorrere, perchè la materia organica si ossidi completamente. » Aggiunse inoltre che « in Inghilterra non vi è fiume, che abbia una sufficiente lunghezza per decomporre completamente ed ossidare le acque di fogna. »

Noi non vogliamo fare una critica a queste conclusioni: ci limitiamo soltanto a rilevare l'assolutismo che la detta Commissione volle dare alle proprie esperienze, dimenticando che in un laboratorio riesce difficilissimo, se non impossibile, riprodurre colla stessa esattezza qualunque processo naturale. E poichè si era ammesso che l'ossigeno disciolto nell'acqua, chimicamente più attivo di quello dell'aria, è la causa unica di questa depurazione, riusciva molto evidente che essa sarebbe stata tanto più celere e tanto più efficace in un fiume, ove il movimento stesso dell'acqua e la grande superficie davano campo all'ossigeno di disciogliersi più abbondantemente, che non in una bottiglia da laboratorio. È certo del resto, che i fatti osservati posteriormente hanno tutti dato torto alla Commissione inglese e ci basterà ricordare le analisi di Hulwa, Fleck, König, Frank etc. sui fiumi Oder, Elba, Emscher e Sprea per persuadercene. Le esperienze perciò mentre davano un'idea esatta del processo non ne davano la misura.

Nel 1869 anche Alex. Müller incominciò uno studio sulla depurazione naturale delle acque, ed attribuì questo fenomeno non più ad un fatto chimico soltanto, ma anche ad un fatto biologico, perchè « le acque di fogna, dice egli, sono essenzialmente costituite da principii organici ed ha luogo in esse un energico processo putrefattivo che questi principii discioglie e

(1) Loc. cit.

in breve tempo mineralizza » Queste idee furono poi confermate da Emich il quale intraprese esperienze sull'acqua in varie condizioni, e perfino con ozono e perossido d'idrogeno e da esse risultò che la dipurazione avveniva solo quando l'acqua non era sterilizzata. Non poteva negarsi perciò l'esistenza di due azioni concomitanti biologiche e chimiche nell'esplicazione di questi fatti e non poteva negarsi che ai microrganismi non spettasse la parte più importante, perchè essi, decomponendo le sostanze proteiche, preparano il materiale su cui devono manifestarsi le azioni chimiche. Tanto necessaria ci sembra la coesistenza di queste due azioni che a misconoscerla si correrebbe rischio di affermare che le materie organiche solide possano ossidarsi senza bisogno di ulteriori trasformazioni. In altri termini, si tratta del noto processo di nitrificazione, al quale, come fu già nel 1886 (1) dimostrato dal Dottor Marino e da uno di noi, poco dopo da Heraeus (2) e poi da tanti altri, pigliano parte non un solo speciale batterio (*bacterium nitrificans* di *Schlössing e Müntz*), ma parecchi batteri: nell'acqua probabilmente vi pigliano parte tutti i batteri, che in essa vivono saprofiti.

Quale è la sorte di questi batteri aquatili nel decorso ulteriore del Tevere l'abbiamo già accennato. La tabella che siegue riassume alcuni dati estremi in confronto con quelli dell'Isar, della Sprea e della Senna :

(1) A. Colli e S. Marino Zucco Sulla nitrificazione - Accademia dei Lincei 1886.  
 (2) W. Heraeus, Zeitschrift für Hygiene S. Vol. 1886.

TEVERE		ISAR		SPREA		SENNA	
Luogo di presa	N. di batteri per cc. d'acqua	Luogo di presa	N. di batteri per cc. d'acqua	Luogo di presa	N. di batteri per cc. d'acqua	Luogo di presa	N. di batteri per cc. d'acqua
Ponte Molle	260-8000	A monte della città	131-305	Ponte Oberbaum	2000-65000	A Choisy	300
» di Ripetta	775-11600	Ponte Bogenhauser	831-27427	» Friedrich.	7200-61000	» Neuilly	150000
» Palatino	2225-moltiss.	Sotto il Lago di Ghiaccio	2001-35970	» Molke	8600-104000	» Saint-Denis	200000
» San Paolo	9100-36600	A Ismanning	1187-19050	» Meabit	12800-105000		
Magliana	38930-45800	» Erching	1759-7763	» Spandau	33000-170000		
Fiumicino.	572-7800	» Freissing	603-3221	» Pichelsdorf	30700-119000		
				» Sachow	6600-29000		

*L'acqua del Tevere dunque, come quella dell'Isar e della Sprea subisce una depurazione naturale non solo delle sostanze organiche, ma eziandio dei batteri. Quale è la causa di questa autodepurazione batterica?*

Per la Sprea il Frank ha dato importanza alla decantazione, che deve avvenire dentro i laghi, nei quali, come in bacini di chiarificazione, si allarga quel fiume. Il Praussnitz nega importanza a questo fattore della decantazione, al quale pel Tevere non possiamo neppure dare importanza. Difatto l'acqua di questo fiume è sempre, com'abbiam detto, anche in tempi di magra, più o meno torbida per materie terrose che trattiene in sospensione fino al mare. La causa del fenomeno potrebbe piuttosto, secondo noi, essere dovuta alla morte dei batteri nitrificatori, terminato il loro lavoro di depurazione dell'acqua. In modo analogo altri agenti di fermentazione, finito il loro speciale lavoro, muoiono; talvolta ciò accade per effetto dei prodotti sviluppatasi per opera loro, ed in certa dose, a loro tossici: fra questi prodotti terminali nel processo nitrificante si svolge l'acido carbonico, che restando sciolto nell'acqua è un tossico dei batteri (1) acquatili.

Il processo di autodepurazione decorre rapidamente: ma non si deve credere con ciò che nei fiumi possono versarsi immondizie d'ogni genere e senza misura: esiste invece, come dice l'Hulwa un certo limite nella corruzione dei fiumi, oltre il quale la proprietà depuratrice non è più capace di esplicarsi distruggendo le sostanze in putrefazione ed i fattori della putrefazione. Ci confortano in questo asserto le analisi dell'Irwell, del Themse, del Bradford-Beck, del Leine, dell'Em-scher, i quali fiumi sono tutti soverchiamente inquinati da rifiuti di città e d'industrie.

Come esempio ci basterà riferire che il Bradford-Beck riceve i rifiuti di 140000 persone, 168 lanificii, 94 fabbriche di panni, 10 fabbriche di bambagia, 35 fabbriche di colori, di 7 fabbriche di gelatine, 10 fabbriche di prodotti chimici; 3 concie di pelli e tre fabbriche di grassi.

Ecco le analisi:

(1) Scala A. e Alessi G. sui rapporti esistenti tra la vita dei microrganismi acquatili e la composizione delle acque. Nota II.  
Bull. della R. Accademia Medica di Roma. Anno XVI Fasc. IV e V.

	Sostanza sospesa mg. in 1 litro		SOSTANZE DISCIOLTE mg. in 1 litro							Analizzatore	
	Ingru- niche	Organi- che	Quan- tita totale	Carbonio organico	Azo'o organi- co	Ammo- niaca	Azoto totale	Nitrati e Nitriti	Cloro		Arsenico
Irwell vicino alla sorgente	0	0	78,0	1,87	0,25	0,04	0,49	0,21	11,5	0	Commissione inglese
Irwell dopo aver preso i rifiuti di Manchester .	20,6	21,0	508,0	18,02	2,64	3,71	7,46	1,77	87,3	0,22	
Bradford-Beck temp. 13,8°	tracce	tracce	440,0	3,49	0,81	1,05	4,35	2,68	18,7	0	"
Bradford-Beck sotto Brad- ford, temp. 30 5° . . .	158,5	360,5	755,0	40,24	3,92	12,20	13,97	0	54,5	0,02	"
Tamigi ad Hampton . . .	tracce	tracce	279,0	2,69	0,24	0	2,20	1,96	14,80	—	"
Tamigi al ponte di Londra	50,4	3,6	344,0	3,04	0,34	1,70	3,00	1,67	18,3	—	"
Leine prima di Hannover	—	—	—	sost. org. 15,2	—	0	—	3,8	10,1	129,7	Fischer
Leine dopo Hannover .	—	—	—	26,4	—	tracce	—	4,6	108,7	137,2	"
Emscher prima di Dorth- mund . . . . .	—	—	1102,4	47,4	tracce	tracce	—	—	104,5	179,0	König
Emscher dopo Dortmund	—	—	1493,2	184,6	6,9	4,7	—	—	384,1	388,2	"



Questi fiumi, tra i quali può mettersi anche la Senna, arrecano, colle loro emanazioni, gravissimi fastidi alle popolazioni, che abitano nelle loro vicinanze. L'Emscher p. e. « spande nell'estate a Castrop e Mengende un odore talmente disgustoso da dare grave disturbo » Per la qual cosa le materie immonde immesse in un fiume devono essere proporzionate al volume di acqua ed alla celerità della corrente, perchè coll'una si ottiene una grande diluizione e coll'altra un allontanamento rapido « Quando Dortmund, dice il König, aveva appena un terzo della popolazione attuale, era sufficiente la quantità di acqua e la celerità della corrente per allontanarne i rifiuti senza il menomo fastidio, ma ora che la popolazione è salita a ca. 70000 abitanti e che 45 fabbriche di birra versano nell'Emscher i loro rifiuti, le emanazioni rendono in estate insopportabile la vita delle popolazioni, che stanno al disotto del punto d'inquinamento. »

Ciò non avviene per l'Elba che, secondo il Fleck, non risente affatto l'immissione di tutti i rifiuti di Dresda, quantunque questa città abbia una popolazione di 200000 abitanti; 21 stabilimenti balneari, 4 distillerie, 16 fabbriche di birra; 37 fabbriche di prodotti chimici; 26 fabbriche di colori 6 concierie di pelli; 1 fabbrica di carta; 24 fabbriche di sapone; etc., perchè il volume e la rapidità del fiume sono grandissimi.

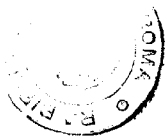
Per dimostrare come per riguardo all'inquinamento siano favorevoli le condizioni del Tevere, riportiamo nella tabella che segue il volume, la velocità e le analisi dell'acqua di questo e degli altri fiumi, attraverso alcune delle grandi città d'Europa:

NOME DEL FIUME	Volume di acqua per 1 <sup>o</sup> in m <sup>3</sup>	Velocità per 1 <sup>o</sup> in magra	Residuo secco	Ammoniacale	Materie organiche	Azoto organico	Carbonio organico	Anidride nitrica	Anidride nitrosa	Cloro	NOME DEL- L'ANALIZZATORE
Tevere a Ponte Molle . . . . .	180	1,86-0,78	60	0	0,1000	0,0879	0,3202	0,1965	traccia	9 6357	Celli e Scula
Tevere alla Magliana . . . . .	—	—	67,34	0,0040	0,1800	0,1959	0,0840	0,1998	0,0010	9,0774	»
Tevere a Fiumicino . . . . .	—	—	—	0	—	0,0452	0,2287	0,1998	0	—	»
Senna al Ponte d'Asnières	75-40	1-0,65	21-00	—	—	0,8500	1,5000	—	—	—	—
Senna al Collettore diparti- mentale . . . . .	—	—	—	—	—	—	9,8000	—	—	—	»
Senna a Poissy . . . . .	—	—	—	—	2,3900	0,4500	2,2000	—	—	—	»
Isar al Ponte Bogenhauser	34	1,10	24,20	—	—	—	—	—	0	0,2800	Praussnitz
Isar 100 m. sotto l'imbo- catura del lago di ghiac- cio . . . . .	—	—	24,68	0	3,350	—	—	—	0	0,3700	»
Isar ad Ismaning . . . . .	—	—	24,80	0	2,650	—	—	—	traccia	0,3900	»

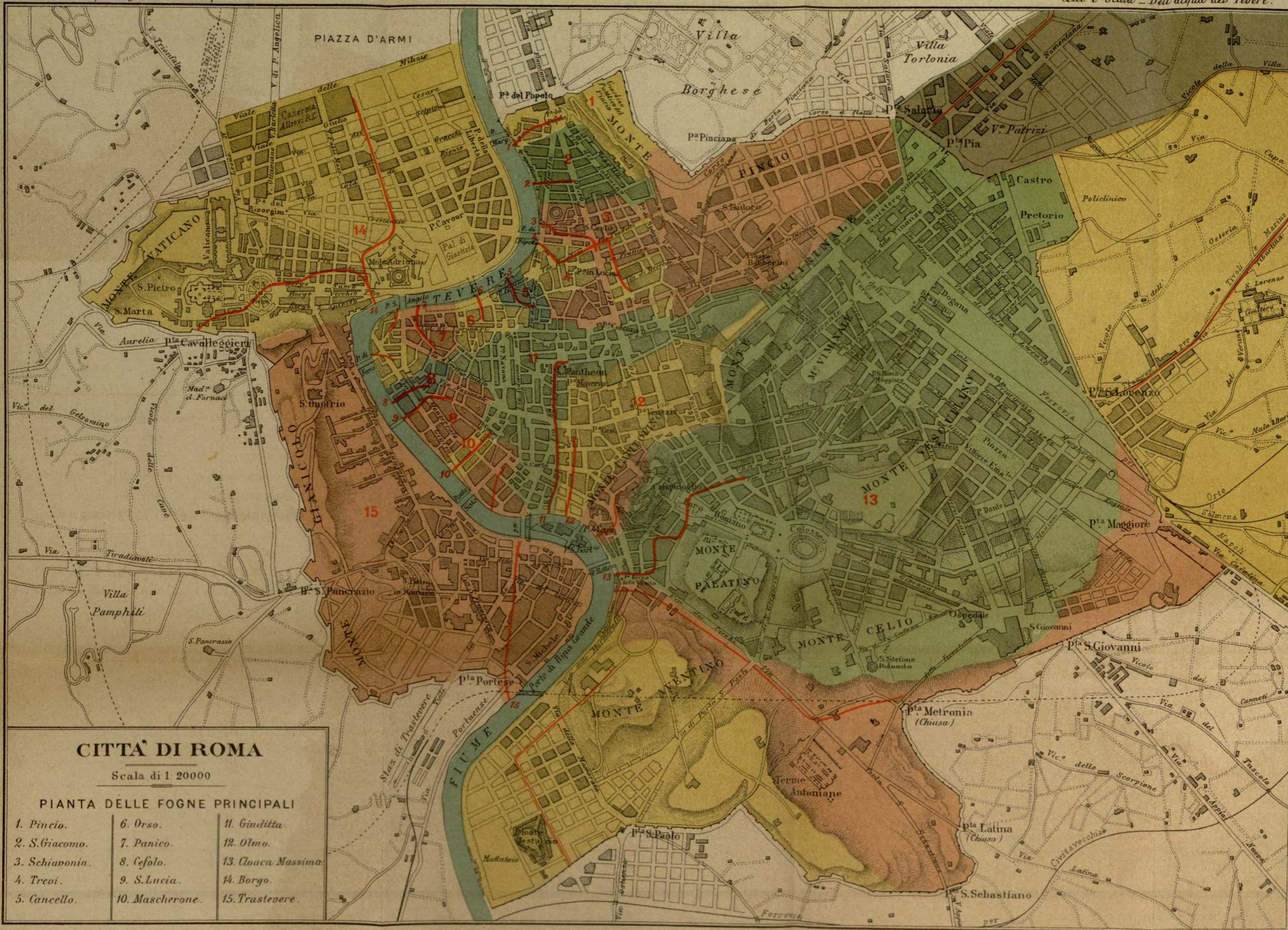
NOME DEL FUME	Volume di acqua per l' m <sup>3</sup> in acqua m <sup>3</sup>		Velocità per l' m <sup>3</sup> in acqua	Residuo secco	Ammoniaca	Materie organiche	Azoto organico	Carbonio organico	A n i d r i d e n i t r i c a	A n i t r i d e n i t r o s a	Cloro	NOME DEL- L' ANALIZZATORE
	per l' m <sup>3</sup>	in acqua m <sup>3</sup>										
Elba prima di Dresda . .	466	1,2-1,5	13,68	0,9300	1,8400	—	—	—	0,3800	—	0,8900	Flech
» dopo Dresda . . .	—	—	13,65	0,0300	1,7600	—	—	—	0,3500	—	0,8700	»
Oder prima di Breslavia .	230	0,6	16,89	0,0076	8,3300	—	—	—	0,0890	tracc.	0,8700	Hutwa
» dentro Breslavia . .	—	—	53,88	1,0340	49,1250	—	—	—	0,0850	0	2,9760	»
» fuori Breslavia 31K.	—	—	18,54	0,0154	8,5300	—	—	—	0,1280	tracc.	1,1310	»
Tamigi ad Hampton . .	27	0,90-0,76	29,99	0,006	—	—	0,057	0,063	0,205	—	1,7600	Comm. Ingl.
» al ponte di Londra.	—	—	34,49	0,1200	—	—	0,3400	3,040	0,67	—	18,300	»
Sprea al ponte Oberbaum.	45	—	20,00	tracc.	18,70	—	—	—	—	—	25,5	Frank
» ad Hafensplatz . . .	—	—	20,00	2,00	22,6	—	—	—	—	—	26,0	»
» » Sachow . . . . .	—	—	20,00	0,25	22,4	—	—	—	—	—	23,0	»

Dei fiumi sopra notati, il Tevere per volume e per velocità di acqua occupa il terzo posto dopo l'Elba e l'Oder. Però considerando le materie organiche, l'azoto e il carbonio organico, non si può fare a meno di dargli il primo, considerando che i suddetti fiumi oltreché i rifiuti di molte città, situate anche a brevi distanze, ricevono i rifiuti di molte industrie, che presso di noi mancano assolutamente.

In seguito a tutte le considerazioni storiche, ai dati dell'analisi chimica e batteriologica, ai confronti coi principali fiumi d'Europa, possiamo concludere che il Tevere con tutto il volume e con tutta la velocità delle sue acque può smaltire le immondezze dell'intera città senza pericoli per la pubblica salute, e così potrebbe smaltire i rifiuti di molte industrie, che, è a far voti, si stabiliscano lungo le sue sponde. Considerando poi che i muraglioni del lungo Tevere faranno cessare anche quel grado limitato d'inquinamento attuale dell'acqua delle sponde, e che le acque del nostro fiume non servono e non debbono servire, neppure dopo Roma, ad usi domestici e cittadini, la fognatura dei quartieri suburbani a monte della città potrà seguitare ad essere, senza inconvenienti, incanalata nell'Aniene.



2575



### CITTÀ DI ROMA

Scala di 1 20000

#### PIANTA DELLE FOGNE PRINCIPALI

- |                |                 |                     |
|----------------|-----------------|---------------------|
| 1. Pincio.     | 6. Orso.        | 11. Giuditto.       |
| 2. S. Giacomo. | 7. Panico.      | 12. Olmo.           |
| 3. Schiavonia. | 8. Cefolo.      | 13. Cloaca Massima. |
| 4. Trevi.      | 9. S. Lucia.    | 14. Borgo.          |
| 5. Cancelli.   | 10. Mascherone. | 15. Trastevere.     |



