568

1912

bok

La piccola sorgente denominata, nel parere Kinzer, Roggia è il cosidetto «fontanile del palazzo» esistente nell' abitato di S. Canciano a poca distanza dalla roggia che attraversa questa borgata. Lo scrivente ritiene che possa trattarsi di un fontanile artesiano, dovuto a qualche discontinuità nel tetto impermeabile della falda acquifera che alimenta i vicini pozzi.

La sorgente di Perteole è una delle risorgenze che alimenta la Fredda. Nell'Agosto decorso diede acqua scarsissima e non essendo più possibile l'attingimento si battè un pozzo abissinese. — È verosimile la sua dipendenza dal Torre.

La Mondina è pure una verosimile risorgiva di acque del Torre nei pressi di Ruda.

La distanza *in linea d' aria* da S. Giovanni di Duino

è per S. Canciano di 10 chilometri
» Ruda di 16 »
» Perteole di 18 »

Fra la prima borgata e le altre due corre l' Isonzo.

Il sopraluogo del 22 Febbraio a. c. coll' intervento del Sig. prof. A. Prister, avvenne in seguito a richiesta del Sig. perito.

Ufficio idrotecnico comunale.

PARERE CONCLUSIONALE

sulla soluzione dell'approvigionamento d'acqua per la città di Trieste

Nel mio parere del Maggio 1911 ho sottoposto a dettagliata discussione tanto il ritiro dell' acqua dal bacino del Recca, derivando la sorgente del Bistrizza sussidiata da un lago artificiale da costruirsi nella valle di Klivnig o del Sisena, quanto il progetto del Timavo.

Meno a fondo ebbi a trattare della provvista di acqua a mezzo di pozzi artesiani nella pianura friulana e ciò per il motivo che questa soluzione veniva in allora in seconda linea e non avevo fatto alcun sopraluogo nel Friuli. Si procede quindi nella relazione che segue, ad un' esame comparativo dei tre accennati progetti sulla base dei nuovi materiali raccolti.

1. PROGETTO DEL BISTRIZZA.

In merito a questo progetto ho esposto come la città non può dichiararsi in oggi appagata con la rinnovazione della vecchia concessione di derivare 12,000 m. c. al giorno, ma che si dovrebbe chiedere la concessione di derivare fino a 50,000 m. c. d' acqua giornalieri al massimo. Ho dimostrato poscia come sia tecnicamente possibile di sollevare l' acqua del Bistrizza commista a quella dei laghi artificiali oltre il Carso senza eseguire una galleria lunga 20 km., e convogliarla in città, dove dall' acqua, prima che venga utilizzata per scopi potabili ed industriali, si può guadagnare la forza certo con-

siderevole di 1739 cavalli; dei quali 1220 sarebbero da adoperarsi nell' opificio di sollevamento da eseguirsi a Britof ed i rimanenti 519 per i servizi pubblici nella città.

Le difficoltà che questo progetto presenta nei riguardi di diritto privato non mi sembrano di speciale rilievo, poichè per quanto grandi potessero essere i sacrifici da sopportare per la tacitazione degli interessati lungo il Bistrizza ed il Recca, la città di Trieste vi avrebbe trovato istessamente il suo tornaconto.

Insoluta rimase soltanto la questione per quanti giorni all' anno la sorgente del Bistrizza sarebbe bastata da sola per una derivazione di 50,000 m. c. giornalieri e che percentuali d' acqua si avrebbe dovuto, negli altri giorni ritirare dai laghi artificiali. Venni allora alla conclusione quando fosse risultato che il bacino artificiale non poteva costituire puramente un' opera sussidiaria, si avrebbe dovuto decampare dal provvedimento d' acqua dal bacino del Recca. Da allora mi pervennero, dall' Ufficio idrotecnico comunale, i risultati delle misurazioni giornaliere eseguite dal 1892 fino a tutto 1909 alle sorgenti del Bistrizza.

Da tutto questo copioso materiale di osservazione risulta di primo acchito che in nessuno dei 18 anni, durante i quali si fecero le misurazioni, la sorgente del Bistrizza, sarebbe stata da sola sufficente a fornire, per tutto l' anno il quantitativo necessario di 53,000 m. c. (50,000 m. c. per Trieste, e 3000 per Dornegg). Nel mentre la sua portata durante il 1906, anno abbondante d' acqua, soltanto per 23 giorni era inferiore ai 53,000 m. c., nel 1900, anno delle massime magre, il suo contributo d' acqua rimase per 103 giorni al disotto del quantitativo necessario. Quale media, nei diciotto anni di osservazioni, risulta che per 71 giorni all' anno avrebbe dovuto ritirare acqua dai laghi artificiali, per supplire alla deficenza fino al quantitativo di 53,000 m. c.

Il contributo di acqua del bacino artificiale avrebbe importato nel 1910, anno di massima abbondanza d'acqua, soltanto 0.8% di tutto il consumo annuo. Nell' anno più sfavorevole, il 1900, la sorgente avrebbe contribuito soltanto col 85.6% del consumo annuo e per la quantità mancante del 14.4% cioè 2.789.000 m. c. si avrebbe dovuto, durante un periodo di 103 giorni, ricorrere ai laghi artificiali. Da ciò risulta per questo sfavorevole periodo un contributo medio giornaliero di 27,000 m. c. d' acqua

dei bacini artificiali, in contraposto ad una portata media giornaliera della sorgente di 26,000 m. c. constatata al medesimo periodo.

Il 13 Settembre 1898 la sorgente segnò la minima portata fin qui rilevata di 9,777 m. c. e nella decorsa estate, di eccezionale siccità, al 9 Settembre 1911, la portata si ridusse a 10,069 m. c.; di conseguenza in questi giorni di forte magra, si avrebbero dovuto ritirare dai bacini artificiali, in cifra rotonda 43,000 m. c., quale massimo contributo giornaliero.

In vista dei risultati molto favorevoli ai quali conduce lo studio del precitato materiale di osservazioni durante 18 anni, come pure avuto riguardo alla circostanza, che per copertura della piccola deficenza della sorgente basterebbe l' impianto di un bacino artificiale relativamente piccolo, la cui esecuzione in una delle valli laterali del Recca è fuori di dubbio possibile, risulta pienamente confermata nel suo fondamento la supposizione da me enunciata nel parere dello scorso anno, che il ritiro d' acqua della sorgente del Bistrizza completato da un bacino artificiale dovrebbe risultare una soluzione tecnicamente effettuabile ed igienicamente favorevole del problema in discussione dell' approvigionamento d' acqua.

In conseguenza di tale constatazione, consiglierei di nuovo, in prima linea, alla città di Trieste, questa soluzione, con la quale si elimina ogni fornitura di carbone per l' esercizio delle pompe, se nel frattempo non fosse sopravenuta una nuova circostanza di molto pregiudizio per gli interessi della città ; che cioè anche l' i. r. Ministero dell' agricoltura mira a derivare dalla sorgente del Bistrizza una quantità giornaliera di 3,024 m. c., temporaneamente perfino 7,776 m. c. ed a sollevarla da Britof a Divacca per fornire così d' acqua potabile e per scopi d' irrigazione i distretti di Divacca e Comen.

Accanto a questo progetto il ministero stesso ha compilato anche una variante secondo la quale l' acqua necessaria per i distretti summenzionati potrebbe venir presa dalla sorgente del Hubel.

In vista di questo nuovo stato di cose è anzitutto da esaminare se è consigliabile che la città di Trieste ritardi di prendere una decisione sul suo provvedimento fino a tanto che le autorità deliberanti dello Stato abbiano deciso l' esecuzione di uno o dell' altro dei due progetti governativi. Data la penuria d' acqua che mi-

naccia Trieste mi sembra un tale atteggiamento di attesa del tutto impossibile e nemmeno conveniente poichè se viene approvato l' acquedotto governativo per il Carso con derivazione dal Bistrizza, la città di Trieste avrebbe solo da deplorare una non più ricuperabile perdita di tempo.

Poichè si deve oltreciò ammettere che il governo farà tutto il possibile perchè l' esecuzione dell' acquedotto divenga un fatto compiuto ed è possibile che sulla decisione abbiano influenza anche interessi strategici, così è da domandarsi se non sia forse consulto di procedere in tale questione di comune accordo col governo, rispettivamente di avanzare al Ministero la proposta di far elaborare un progetto cumulativo per l' approvigionamento di acqua della città di Trieste e dei distretti di Divacca e Comen, derivando la sorgente del Bistrizza sussidiata dai laghi artificiali.

Per quanto mi fu possibile di sapere in tale riguardo, credo di poter ammettere che da parte del Ministero non verrebbero frapposti, in principio, ostacoli ad un tale accomodamento dei divergenti interessi, tanto più che il progetto governativo si identifica colle mie proposte dello scorso anno rispetto al sollevamento dell' acqua a Britof e alla traccia della condotta oltre Divacca e Sesana e poi perchè colla forza ricavata dal salto presso Trieste si eliminano quasi, le spese previste dal governo per il sollevamento dell' acqua. Poichè inoltre una conduttura di calibro più grande, sulla molto considerevole lunghezza di 26 km. nella valle del Recca fino a Britof, abbisogna di un carico sensibilmente minore e quindi il sollevamento dell' acqua riesce inferiore a quanto previsto nel progetto governativo per una conduttura di diametro più piccolo, ed infine poichè le spese inerenti alla conduttura ed allo scavo calcolate sul metro cubo di acqua derivata, aumenta sproporzionatamente nei tubi di piccola luce, non è da ritenersi che il governo ad una domanda avanzata in forma ufficiale dalla città di Trieste, circa un progetto di derivazione d' acqua in comune dal territorio del Recca, risponda negativamente. Oggettivamente considerato, un procedere concorde dovrebbe anzi essere salutato con favore.

Ad ogni modo un tale procedere dovrebbe essere vincolato alla condizione che l' accennato progetto comune venga tosto incominciato e sia condotto con la massima sollecitudine così da rendere possibile l' inizio della

costruzione, in base ad un elaborato di dettaglio, possibilmente già entro il prossimo autunno.

Se dopo aver esposto queste circostanze di natura puramente formale e di certo non sfavorevoli, considero anche nel merito la questione, devo constatare che dopo il progetto governativo per l' approvigionamento del Carso, l' acquedotto combinato Bistrizza-Laghi artificiali ha disgraziatamente perduto molto del suo valore.

Se finora per Trieste e Dornegg si doveva far calcolo su di una quantità di 53,000 m. c., nelle nuove condizioni si dovrebbe ritirare giornalmente 53,000+7,776 m. c. cioè in cifra rotonda 61,000 m. c. In causa di questo maggiore ritiro d' acqua, non solo aumenta considerevolmente il numero dei giorni nei quali si dovrà ritirare acqua dai laghi artificiali nel corso dell' anno, ma anche la qualità dell' acqua riesce peggiorata in conseguenza del rapporto più sfavorevole di mescolamento fra acqua sorgiva ed acqua di lago. Di fronte al quantitativo di 61.000 m. c. si avrebbe delle magre nelle sorgenti fino a 9,677 m. c. e si dovrebbe di conseguenza costruire un bacino molto più grande.

Queste sfavorevoli circostanze sopravenute, come pure l' inconveniente, da me considerato come grave svantaggio, che per l' acquedotto del Bistrizza è necessaria una condotta forzata, la quale non potrà venir aumentata nella sua capacità originaria poichè non sarà possibile in avvenire di eseguire una seconda conduttura, m' inducono a raccomandare alla città di Trieste di non applicare all' idea di una opera da farsi in comune col governo : Dopo maturo studio delle varie circostanze giudico anzi che nel tanto dibattuto problema dell'acqua, il progetto del Bistrizza va messo da parte e che è soltanto da prendere ancora in esame comparativo il ritiro d. acqua dal Timavo e dalla pianura del Friuli.

2. IL PROGETTO DEL TIMAVO.

Già nel mio primo parere ho accennato che il Timavo non si può considerare come una sorgente. Però non condivido completamente l' opinione, da più parti sostenuta che l' acqua derivata dal Timavo sia da riguardarsi come acqua presa da un fiume. Secondo il mio modo di vedere, in condizioni normali avviene nel Timavo fino ad un certo punto, un' autodepurazione, poichè come Timeus ha dimostrato con gli esperimenti fatti col

cloruro di litio, l' acqua del Recca scorre, dopo esser precipitata nella Grotta di S. Canziano, lungo un percorso sotterraneo di ben 34 km., cioè fino alle risorgenze presso S. Giovanni di Duino, con una velocità di soli 0.0035 m. al secondo.

Quest' autodepurazione consiste, come in tutti i fiumi, non tanto in una ossidazione delle sostanze organiche quanto in una sedimentazione meccanica, la quale in tempo di piena, in conseguenza dell' aumentata velocità, riesce incompleta, come del resto risulta dalle torbide che appunto si verificano in tali periodi.

Il Timavo è alimentato oltre che dal Recca anche da tutte le acque meteoriche e superficiali, le quali confluiscono attraverso inghiottitoi che si trovano nei banchi cretacei distribuiti in vasta cerchia da Trebich oltre Nabresina fino a S. Giovanni di Duino. Un contributo di acqua dal Frigido e dall' estesa vallata di Brestovizza, che trovasi incassata negli schisti di Comen, difficilmente permeabili, come pure dei bacini che giaciono nella stessa formazione e nei quali compariscono periodicamente i laghi di Doberdò. Pietrarossa e Sablici, non può in condizioni stratigrafiche normali aver luogo, e ciò poichè gli schisti di Comen formano il muro (das Liegende) del calcare cretaceo, nel quale scorre il Timavo. Ma, non pertanto, dato che nelle valli sunnominate gli schisti di Comen giaciono orograficamente al di sopra del calcare radiolitico, così non è da escludersi una infiltrazione di acqua da queste valli nel Timavo, posto a livello più basso. La maggior parte però delle valli succitate dovrebbe scaricarsi nel Lokavez e nel Selz.

Il causa delle ampie fenditure che si trovano nel calcare cretaceo, nei periodi di forti precipitazioni, non è possibile una completa autodepurazione dell' acqua e quindi, senza una preventiva purificazione artificiale, l' acqua del Timavo non può servire a scopi potabili.

I caratteri fisico-chimici dell' acqua del Timavo, presentano una grande analogia con quelli dell' acqua d'Aurisina, cosa che in oggi si spiega molto bene, essendo stata dimostrata, coi già menzionati esperimenti del prof. Timeus, la relazione fra queste due acque.

La temperatura dell' acqua del Timavo, con una temperatura esterna di 0 gradi C. non si abbassa sotto i 9.8° C. nel mentre con una temperatura esterna di 34.5° C. non supera i 12.8° C. La medesima oscillazione di 3 gradi si verifica anche nell' acqua di Aurisina, la

quale non riesce punto disaggradevole al palato. Questa variazione nella temperatura è una prova sicura che l' acqua nel suo lungo percorso sotterraneo non viene ad un completo contatto col calcare cretaceo, poichè altrimenti, dovrebbe assumere la temperatura del suolo, la quale di certo è più costante. Da ciò riesce confermata la supposizione che l' acqua scorra entro grandi fenditure.

L' acqua del Timavo come quella dell'Aurisina ha una durezza di 11.2 gradi tedeschi, e tutte e due queste acque sono da riguardarsi come tenere o al massimo di media durezza. Per buone acque potabili è notoriamente ammessa una durezza fino a 18—20 gradi. Riguardo alle sostanze inorganiche, che si trovano nell' acqua del Timavo, si osserva che le quantità di calce (90 mgr). magnesia (12.2 mgr.) acido solforico (13.3 mgr.) cloro (14 mgr.) e acido nitrico (5 mgr.) contenute in 1 litro di acqua sono di molto inferiori al limite massimo ammesso per tali sostanze. Il fatto che nell' analisi fatta dal regio istituto sperimentale di Berlino, vennero riscontrate nel Timavo tracce d' ammoniaca non deve preoccupare come non è sufficiente ragione per escludere quest' acqua dagli usi potabili, poichè molto spesso anche nelle sorgenti, le cui acque vengono bevute senza pregiudizio, si riscontrano tracce di ammoniaca, quando ricevono contributi di acque da terreni coltivati.

Meno innocuo apparisce all' incontro il rinvenimento nel II ramo del Timavo di tracce di acido nitroso. Visto però che questa fu una constatazione singola fra le moltissime analisi eseguite, conviene attribuirla ad un locale inquinamento della risorgenza sunnominata. Il contenuto di ferro nell' acqua del Timavo che importa 0.5 fino a 1.9 mgr. per litro, raggiunge e supera quello di 0.5 mgr. che l' acquedotto della città di Berlino, in seguito a molte esperienze eseguite, riguarda come limite massimo atto a dare la sicurezza che la sua acqua potabile non si alteri se esposta a lungo all' aria.

Questo limite non si può però applicare anche ad altre acque, giacchè sono conosciute moltissime che contengono una maggiore quantità di ferro e ciò non di meno non danno adito a lagni. Si deve ammettere quindi, che se ad onta del suo contenuto di ferro l' acqua di Aurisina, non subisce un successivo cambiamento nel colore, altrettanto avverrà per l' acqua del Timavo.

L' impiego di 9 fino a 10 mgr. di permanganato potassico, determinato dal regio istituto sperimentale di Berlino, per l' ossidazione delle sostanze organiche contenute in un litro di acqua del Timavo, ramo II. è molto prossimo al limite massimo ammissibile per un' acqua potabile, che è di 10 fino a 12 mgr.; tuttavia l' esame microscopico della bassa fauna e flora dell' acqua del Timavo, effettuato dallo stesso istituto, non condusse ad un giudizio sfavorevole. La dichiarazione che in nessuno dei campioni si riscontrarono organismi, i quali permettano una classificazione sfavorevole dell'acqua, è per quanto riguarda la sostanza organica una constatazione sodisfacente.

In merito al particolare che, in un' assaggio d' acqua del III ramo del Timavo, fu rinvenuta come impurità predominante la conferva Ulotrix, si rileva che, secondo il parere di alcuni igienisti, la presenza di ulotricacee come pure delle Spiroghire (Conjugatae) che in quell' acqua si rintracciarono sporadicamente, non è da ritenersi un reperto privo d'importanza, quando tali alghe si rinvengano nell'acqua regolarmente e in grande quantità.

Ambidue le specie sono alghe verdi con clorofilla verde le quali come i muschi fogliacei pure rintracciati si sviluppano sotto l' influsso della luce. Si può quindi aderire alla supposizione che dopo avvenuta la presa del'a sorgente principale, per quanto riguarda la quantità delle alghe e verosimilmente anche per quanto concerne le sostanze organiche, l' acqua del Timavo sarà sensibilmente migliorata. Si è rafforzati in questa supposizione dal risultato che il plankton dell' Aurisina si trovò libero da organismi; cosa, che data la relazione fra il Timavo e le polle di Aurisina, non si può altrimenti spiegare se non col fatto che l'acqua di Aurisina in grazia delle opere di allacciamento è stata sottratta all' influenza della luce e degli agenti atmosferici.

Il numero dei bacteri nell' acqua del Timavo, che dalle analisi eseguite nel laboratorio chimico della città di Trieste, oscilla tra i 450 ed i 600 per c. m. e durante le torbide raggiunge il numero di 1000, è da riguardarsi come una percentuale abbastanza alta; ciò pure dimostra l' analogia coll' Aurisina. la cui acqua greggia contiene da 300 fino a 500 germi mentre durante la torbida il numero arrivò pure fino a 1000.

Il fatto che nell'acqua del Timavo non venne rintracciato il bacillo coli è un risultato negativo che con-

forte, ma che però assumerà pieno valore dopo che da continuate indagini in questa direzione, sarà esclusa la possibilità di un' inquinamento.

Io non mi meraviglierei, se questo bacillo intestinale, che viene emmesso anche da animali selvateci e dalla presenza del quale si deduce che, per la via stessa, anche germi patogeni possano giungere nell'acqua, si rintracciasse nel Timavo durante le torbide, dappoichè non ignoro che il bacillo coli, può trovarsi anche nelle sorgenti alpine, i cui territori sono assolutamente privi di dimore umane, durante lo scioglimento delle nevi, oppure dopo nubifragi, se il terreno è tale da presentare oltre a sottili vie d'acqua anche grandi fenditure, quale è il caso, senza dubbio, pel calcare cretaceo nei pressi del Timavo.

Altrettanto certo però si è che la maggior parte dei bacteri, con una razionale filtrazione, viene allontanata. Si tratta soltanto di vedere se con torbide massime sarà possibile di effettuare una completa purificazione di grandi quantità d'acqua.

Come risulta dalle analisi del plankton la maggior parte delle sostanze sospese nell'acqua del Timavo è composta da resti vegetali, da granellini di sabbia e da idrati di ferro, dunque da elementi della terra rossa, e finalmente anche da particelle di carbone la cui presenza viene spiegata col contributo d'acqua del Recca.

Circa la durata e la intensità delle torbide si ha un copioso materiale di osservazioni che va dal 4 novembre 1909 al 31 dicembre 1911 cioè 849 giorni consecutivi. Risulta da tali osservazioni che durante questi 849 giorni l'acqua del Timavo era

in 593 giorni perfettamente limpida
» 189 » opalina
» 18 » aveva una torbida da 0.10 a 0.15 chg.
» 14 » » » » » 0.15 a 0.20 »
» 28 » » » » » 0.20 a 0.50 »
» 5 » » » » » 0.50 a 1.00 »
e per 2 » » » » » 1.00 a 1.93 »
per metro cubo.

Con riferimento al periodo di un anno risulta che l'acqua del Timavo è in media

per 255 giorni (69.9%) limpida
» 81 » (22.2%) opalescente
e » 29 » (7.9%) torbida.

Se i due giorni surriferiti di torbida eccezionale non si prendono in considerazione, si deduce, dall'intensità delle torbide constatate negli altri 65 giorni di osservazione una intensità media della torbida di 0.28 chg. per m. c., ciò che per una derivazione di 50,000 m. c. nei giorni di torbida, dà un residuo medio giornaliero di 14,000 chg. oppure per i 29 giorni di torbida da ammettersi in un anno un quantitativo annuo di 406,000 chg. in confronto alla stima di 400.000 chg. da me fatta l'anno decorso.

Importante è però in questo riguardo solamente la domanda se è possibile di allontanare la quantità giornaliera di queste sostanze in sospensione. Nel mio parere dello scorso anno ho esternata in proposito la supposizione, che la purificazione di grandi quantità d'acqua, con una torbida di 2 gr. per litro, presenti grandi difficoltà. Nella relazione del direttore Lorenzutti (Settembre 1910), publicata nel frattempo*), questo timore non è stato riconosciuto come fondato, richiamandosi alla circostanza che torbide di 0.7 fino a 1.9 gr. per litro, quali si sono riscontrate nel Novembre 1909, parallelamente al Timavo anche alle polle di Aurisina, poterono venir eliminate colla massima facilità per mezzo di filtri Jewell, previo trattamento colla soluzione d'allumina.

Sono pure stati eseguiti nel frattempo dal prof. Timeus delle prove sperimentali con torbide prodotte artificialmente e contenenti 200 gr. di fango del Timavo per litro, dirette a stabilire il tempo necessario per la chiarificazione; risultò che il decubito di questa enorme massa avvenne in un'ora, lasciando nell'acqua pochi fiocchi piccolissime quantità di argilla in forma colloidale. Di contro a questo risultato ottenuto coll'acqua del Timavo si è potuto osservare che nell'Aurisina dopo sedimentata la parte grossolana, resta in sospensione nell'acqua una massa marnosa, quasi in stato colloidale, la quale non si deposita nemmeno dopo diverse settimane. Questa rimarchevole differenza delle due acque è strana; essa trova però una spiegazione nei risultati dell'analisi del plankton eseguita a Berlino dapoichè mentre l'argilla è stata constatata come una delle impurità preponderanti

*) Si tratta di ricerche del sig. prof. Timeus comunicate al sottocomitato tecnico e menzionate in una relazione estesa per incarico di esso sottocomitato dal sig. dott. Lorenzutti quale relatore.

(Nota dell' Ufficio idrotecnico).

dell'acqua del Recca e dell'Aurisina, in nessuna delle cinque analisi eseguite sull'acqua del Timavo viene menzionata tale sostanza.

In base a questi nuovi studi e specialmente tenuto conto delle esperienze fatte colla filtrazione all'Aurisina, non posso più in oggi misconoscere che con un'impianto razionale di filtri ed un'accurato esercizio sarà possibile, anche in caso di forti torbide, di sedimentare nei bacini di decantazione e di trattenere nelle vasche filtranti, le materie in sospensione.

Non è poi da trascurarsi il fatto, che torbide come quella del Novembre 1909, giusta le osservazioni del prof. Timeus il quale già dal 1905 si dedica agli studi del Timavo, non si sono verificate che una volta sola e che sono da considerarsi come un'avvenimento eccezionale.

Dato lo stadio odierno dei procedimenti di purificazione delle acque, i germi, in quanto non possono venir trattenuti dal filtro si lasciano distruggere coll'ozonizzazione oppure col trattamento mediante i raggi ultra violetti. Se una tale sterilizzazione sarà necessaria e quale dei due sistemi sarà da preferirsi, sono questioni di dettaglio in oggi non risolvibili. Ad ogni modo nel progetto non dovrà essere trascurata la possibilità di un tale impianto di sterilizzazione. Così pure sarà da rimandarsi a più tardi se convenga adoperare i filtri Jewell oppure i nuovi filtri Reisert.

Da tutto ciò risulta essere fuor di dubbio che la città può ritirare anche dal Timavo una buona acqua potabile e che di conseguenza il progetto del Timavo è una soluzione del problema dell'acqua la quale presenta il vantaggio che data l'enorme ricchezza d'acqua del Timavo la città può in qualsiasi momento provvedersi di un quantitativo d'acqua maggiore. Questo vantaggio da solo non può però venir riguardato come decisivo, poichè altrimenti tutte le città coprirebbero i loro bisogni d'acqua dai grandi fiumi, ciò che solo eccezionalmente è il caso.

3). IL PROGETTO DELLE ACQUE BASSE DEL FRIULI.

Il 22 Febbraio a. c. ho preso visione, sotto la guida dei signori direttore ing. Piacentini e professore A. Prister, delle condizioni idrologiche della pianura friulana. In questa occasione mi convinsi che nel sottosuolo

di questa pianura si muovono in direzione da nord a sud, verso il mare, grandi quantità di acqua, lungo il percorso vengono in gran parte a giorno come fontanili, quali ad esempio la Fredda e la Mondina nei pressi di Perteole e la roggia presso S. Canciano. La Fredda e la Mondina devono la loro origine alla circostanza che il Torre ed il Natisone, dopo Trivignano perdono attraverso il loro alveo di ghiaia una grande quantità d'acqua e talora si prosciugano del tutto.

La roggia di S. Canciano è presumibile che venga alimentata dall' acqua carsica, che fra Togliano e Selz esce dal calcare cretaceo e continua il suo corso entro il terreno sabbioso.

Oltre alle citate risorgive, risultò che, a meriggio di una linea marcata delle località di Staranzano, Begliano, Pieris, Villa Vicentina, Scodovacca e Cervignano, sono attivi numerosi pozzi artesiani, dai quali l'acqua si scarica da uno fino a cinque metri sopra il terreno. Secondo la mia opinione quest'acqua artesiana ha la medesima origine della succitata acqua di sottosuolo degli strati superiori con le sue risorgive. Le acque sparite negli alvei dei torrenti, dopo lungo percorso nella ghiaia, dovrebbero giungere ad una strada difficilmente permeabile, e proseguire in parte sopra e in parte sotto di questa. Là dove il supposto strato costituisce uno sbarramento che quasi sfiora la superficie del terreno, si formano i fontanili.

La falda artesiana ha una pendenza sensibile verso sud e finisce, sotto il livello del mare, ciò che emerge dal fatto che i pozzi artesiani sono tanto più profondi, quanto più si avvicinano al mare. Nel mentre i pozzi di Scodovacca e Cervignano hanno una profondità di soli 22 metri, quelli di Palazzatto e Aquileia raggiungono i 60 fino a 66 metri, il pozzo artesiano di Grado è già profondo ben 217 metri. Si deve ammettere che l'acqua artesiana non si raccoglie in un sbocco perfettamente chiuso, ma bensì che essa supera la pressione della colonna di acqua marina e si scarica in mare; a tale supposizione si è indotti dalla affermazione che l'alta e bassa marea influiscano apprezzabilmente sull'altezza del getto nei pozzi situati in vicinanza del mare.

Non v'ha però una falda artesiana soltanto, ma parecchie sovraposte, dappoichè in Aquileia tanto pozzi di 30 metri di profondità quanto quelli di 66 metri danno acqua artesiana di differente qualità e con differenza di

1° C. nella temperatura. Mentre nelle falde artesiane superiori l'acqua sottrae al terreno dello zolfo che a contatto dell'acido carbonico si trasforma in idrogeno solforato, reso palese dall'odore dell'acqua, i pozzi più profondi non contengono questo gas. Senza pretese di esattezza per la natura delle stratificazioni la configurazione dei giacimenti può figurarsi come indicato nello schizzo.

(Vedi schizzo N.o 1).

a) terreno vegetale
b) terreno alluvionale
c) strati marnosi impermeabili, in parte argilla.
d) Flitsch nummulitico, oppure ghiaia commista ed argilla e conglomerati come presso Gorizia.
e) calcare cretaceo.

I. e II strati di ghiaie contenenti l'acqua artesiana.

Le falde artesiane dovrebbero svolgersi per una grande estensione e anche sotto l'alveo dell'Isonzo.

Il motivo pel quale nel territorio a monte della strada ferrata Monfalcone Cervignano non si trovarono pozzi artesiani va ricercato nel fatto che l'acqua artesiana non ha ancora sufficiente pressione per innalzarsi sopra il terreno, oppure che lo strato permeabile del calcare radiolitico, come a S. Pietro e Ronchi. si rintraccia subito sotto le alluvioni senza esser coperto con materiale impermeabile, così che non riesce possibile la formazione di una vena artesiana.

Il professor Prister ha proposto già anni or sono, di risolvere il problema dell'approvvigionamento d' acqua per la città di Trieste col ritiro di acqua artesiana della pianura friulana. Sebbene fosse noto, che l'acqua artesiana del Friuli è di qualità eccellente, essendo leggera e gradevole al palato, senza traccie di ammoniaca o di acido nitroso, e contenendo solo piccole quantità di sostanze organiche, e quantunque ancora fosse conosciuto che l'acqua del pozzo di S. Canciano, profondo soltanto 30 metri ha una temperatura costante di 11.5 Gradi Cels., non pertanto causa la insignificante quantità di acqua emmessa da quei pozzi (meno 1 litro al secondo) i quali avevano però solo 25-30 mill. di diametro, non si potè decidersi a prendere in migliore considerazione questa soluzione dell'approvigionamento d' acqua. Io stesso nel mio parere dell'anno scorso ho fatto presente che i pozzi artesiani si prestano molto bene per coprire consumi re-

lativamente piccoli d'acqua, ma che però, impianti in grande stile per provvedimenti d'acqua da pozzi artesiani si fanno raramente e che, già per tale motivo, non si poteva pensare all' approvigionamento di una grande città come Trieste, senza prima aver ottenuti risultati favorevoli con un grande pozzo di prova.

Dopo che da quel tempo, è svanita la prospettiva di eseguire l' acquedotto del Bistrizza, l' eventualità di un ritiro di acqua dal Friuli, acquista un' importanza maggiore, per questo motivo ho effettuato il sopraluogo in seguito al quale mi formai il convincimento che dal Friuli si potrebbero ritirare grandi quantità di buona acqua, e ciò a mezzo di pozzi artesiani come pure mediante pozzi comuni.

Se la intiera quantità d' acqua necessaria per la città di Trieste può venir estratta dai pozzi artesiani, mi è al presente ancora dubbio; si può però presumerlo.

Dalla circostanza, a mo' d' esempio, che da quel pozzo di S. Canciano, profondo 31 metri nello strato impermeabile, fluisce ad 1 metro sopra il terreno, soltanto 0.625 di litro per secondo, non si può dedurre che per l'estrazione di 580 litri per secondo si debba battere un numero rilevante di pozzi, anche quando questi abbiano un diametro di 800 mil. In proposito cito il caso che anche i piccoli pozzi artesiani esistenti a Matzendorf (Wiener Neustädter Steinfelde) davano soltanto 0.08 litri sec. mentre i pozzi artesiani di 600 mill. di diametro, battuti più tardi, nel medesimo sito, dal Comune di Vienna, fornivano ognuno 25 litri sec.; però lo specchio d'acqua nei nuovi si dovette abbassarlo a 9 metri sotto il terreno.

Teoreticamente si può determinare la quantità d'acqua con la formola di Dupuit.

$$Q = \frac{2\ \pi\ t.\ s}{m\ \log\ nat.\ \frac{R}{r}}$$

(Vedi schizzo N.o 2)

dove significa:

t = la profondità del pozzo sotto lo strato impermeabile oppure, nel caso che il pozzo attraversi completamente la falda artesiana, lo spessore della stessa.

S = l'abbassamento del livello dell'acqua sotto la linea di carico.

R = raggio d'influenza.

r = raggio del pozzo.

m = coefficente che diventa tanto più piccolo quanto più aumenta il diametro delle ghiaie e sabbie filtranti e crescono quindi gli interstizi ripieni d' acqua.

Si è indotti a calcolare per S. Canciano il valore del coefficente sconosciuto m) dalla portata del pozzo prima citato, nel quale l'acqua s'innalza fino a 2.40 sopra il terreno, assumendo ad esempio per questo piccolo pozzo il valore di R = 20 m. Se si fa ciò e si mette secondo i rilievi assunti:

Q = 0.000625 m. c.
s = 2.40 — 1.00 = 1.40 m.
t = 5.00 m. e
r = 0.0125 m. si ottiene dalla formola antecedente
m = 4.350.

Questo risultato non è completamente attendibile, poichè per R fu assunto un valore alquanto arbitrario.

Da esperienze fatte con filtri si sa del resto che per sabbia grossa del diametro 1 mill. m = 3.333 e per sabbia fina del diametro 0.3 mill. m = 20.000 il materiale costituente lo strato artesiano dovrebbe avere una grossezza intermedia, che secondo il risultato di cui sopra si avvicinerebbe a quello della sabbia grossa.

Se si considera che per il ritiro dell'acqua non è necessario che questa arrivi fin sopra terra, ma che a mezzo di pompe rotative, provviste di regolatori ad aria si può sicuramente attingerla alla profondità di sei metri e se si assume per lo strato acquifero m = 4,350, si può calcolare la portata di un pozzo di 800 mill. di diametro, battuto fino a 10 metri entro lo strato filtrante e con un'abbassamento sotto la linea di carico s = 240+ 6.00 = 8.40 metri, dalla formola antecedente

$$Q = \frac{2\ \pi\ t.\ s}{m \log.\ nat.\ \frac{R}{r}}$$

$$= \frac{2 \times 3.1416 \times 10 \times 8.40}{4.350\ \lg\ nat \frac{R}{0.400}}$$

In questa formola è da segnarsi il valore di R, per il quale però non si ha nessuna sicura indicazione, sa-

pendosi soltanto che R è tanto grande quanto maggiore è progettato l' abbassamento dello specchio d' acqua e quanto più largo è il pozzo. R sta in relazione con la distanza reciproca dei pozzi, nel senso che i pozzi stessi, perchè non abbiano vicendevolmente ad influenzarsi, devono distare l'uno dall'altro almeno 2 R. R si può determinare soltanto con esperienze; ma per poter fare un calcolo di approssimazione, si assume R = 120 m.. quantunque sia possibile che praticamente importi soltanto 80 m.

Giusta tale premessa (120 m.) si ottiene:

Q = 0.0213 m. c. per secondo.

Nessuno però può garantire se la portata calcolata di 21.3 litri-sec. si verificherà di fatto e se R è più grande o più piccolo di 120 metri. Ma se il risultato fosse conforme al vero, sarebbe necessario per una richiesta di 580 litri al sec. 28 pozzi artesiani. i quali dovrebbero distare 240 metri l'uno dall'altro.

Tutto ciò vale naturalmente, soltanto finchè la falda artesiana è sufficentemente alimentata dal territorio d'infiltrazione. Che l'afflusso dell'acqua sia variabile. è cosa naturale, e che si manifesta anche colla temporanea interruzione nell'attività di più pozzi.

Pozzi che, come quello di Scodovacca, si trovano vicini al limite prima citato, oltre il quale verso settentrione non si ha più acqua saliente in tali condizioni di pressione da poter sgorgare sopra terra, saranno i primi a divenire inattivi. Anche i pozzi di S. Antonio e di S. Canciano che più volte mancano, si trovano ancora in quella zona, entro la quale, la linea di carico durante un'infiltrazione insufficente, si abbassa sotto il terreno. Questa circostanza ammonisce ad un procedere cauto. Si ricorre perciò di sovente, dove riesce possibile, a pompe tali, che possano attingere l'acqua anche ad una profondità di oltre 10 metri. Così si sono adoperate, nei già citati pozzi artesiani della città di Vienna, a Matzendorf, pompe a turbina con asse verticale, sospese entro pozzi tubolari in ferro a 12 metri di profondità. In ogni pozzo fu cioè introdotta una pompa il di cui asse arriva fin sopra il terréno dove viene mosso da un elettro-motore, posto in una incastellatura di legno, costruita sopra il pozzo. A S. Canciano, lo specchio d' acqua artesiana non dovrebbe abbassarsi a più di sei metri sotto il terreno, poichè altrimenti, si arriva troppo bassi sotto il

livello del mare e potrebbe al caso venir aspirata acqua di mare. Può darsi che si dimostri conveniente, di riunire 5 o 6 pozzi in un aggregato, provvedendolo di una pompa collocata quasi a fiore del terreno, ed attivata a un motore elettrico; in tal caso l'impianto andrebbe munito di un regolatore di pressione ad aria.

Io sono d'avviso che nel Friuli non occorre limitarsi, solamente al ritiro d'acqua artesiana, ma che si può avere buona acqua anche dalla falda freatica, a mezzo di pozzi in ferro oppure in muratura, e che convenga anche ritirarla.

Questi pozzi sarebbero da collocarsi particolarmente in vicinanza delle sorgenti della roggia di S. Canciano. Ciò presuppone però che quest'acqua sia completamente ineccepibile, cosa che io ritengo sia e su cui l'analisi chimica fornirà luce a sufficienza. Quest'acqua risorgiva di S. Canciano, aveva, secondo le misurazioni da noi eseguite, una temperatura di 11° C., era quindi di 0.5 gradi più fredda che l'acqua artesiana della stessa località. Dappoichè pozzi comuni in calcestruzzo, si possono costruire di più grande diametro e danno allora anche maggiori quantità di acqua, così si diminuirebbe, non soltanto il numero dei pozzi ma si raggiungerebbe ancora il vantaggio che durante un periodo di scarse infiltrazioni non si sarebbe rimessi ai soli pozzi artesiani più sensibili. Si potrebbe anche in tal caso mettere i pozzi artesiani a maggiore distanza l'uno dall'altro, e collocare i pozzi comuni nel mezzo, così da risparmiare molto spazio. Dovesse risultare che 14 pozzi artesiani e 10 comuni sono sufficienti, allora basterebbero per l'impianto 80 ettari, fors'anche soltanto 40 ettari a seconda che si avessero a collocare i pozzi a 240 metri oppure 160 metri l'uno dall'altro.

L'impressione da me ritratta nel Friuli, mi fa ritenere consigliabile di battere S. Canciano, un pozzo del diametro di 800 mill., il quale costerebbe circa 6000 corone. Questo dovrebbe esser eseguito a circa 150 metri dai piccoli pozzi esistenti, e sarebbe da approfondirlo, se mai possibile, fino a 10 metri sotto lo strato impermeabile. Con un locomobile a vapore ed una pompa centrifuga sarebbe da attingere 20 fino a 25 litri al secondo, ed osservare l'abbassamento dello specchio d'acqua. La prova dovrebbe durare da tre fino a quattro settimane.

Per mettere in chiaro quanto distanti l'uno da l'altro debbano piantarsi le prese, sarebbero da battersi

inoltre, nella falda artesiana. a distanza di 80 e 120 metri, anche nei pozzi con tubi del diametro di circa 50 mm.; a questi tubi si dovrebbe misurare la portata prima della pompatura e durante la medesima, rispettivamente l' abbassamento dello specchio d' acqua sotto il terreno.

Dalle prove con un tubo di grande luce risulterà anche se la chiusura tra il mantello del pozzo e lo strato impermeabile, che pare abbia solo uno spessore di pochi centimetri, è sufficente o no, poichè in quest' ultimo caso la prova sarebbe fallita, dato che l' acqua artesiana sarebbe messa in comunicazione coll' acqua freatica e non salirebbe nel pozzo fino alla superficie.

Risulterà effettuabile il ritiro dell' acqua artesiana; e ammissibile il ritiro d' acqua dalla falda freatica, allora il convogliamento dell' acqua potrebbe avvenire così che venga spinta, per mezzo di pompe centrifughe ad alta pressione, in una conduttura del diametro di 800 mm. da collocarsi nel corpo stradale oltre Monfalcone, S. Giovanni di Duino, fino ad un manufatto d' innesto da costruirsi nelle vicinanze del Bivio, alla quota + 95 metri.

Da qui dovrebbe incominciare la conduttura a gravitazione (cunicoli e canali) la quale metterebbe capo a Trieste, nel serbatoio Kabiglio, da costruirsi alla quota + 85. Quando si dovessero intercalare nella conduttura a gravitazione dei sifoni, converrebbe costruire il manufatto al Bivio a qualche maggiore altezza oltre la quota + 95 metri. Poichè la conduttura premente, lunga pur essa 17 km., sarebbe soggetta, nel tratto da S. Canziano a S. Giovanni lungo 12 km., ad una pressione di 9 atmosfere, la stessa si dovrebbe eseguire in questo tratto, con tubi di acciaio e saldatura autogena.

L' impianto a vapore per l' esercizio delle pompe potrebbe venir costruito, a fine di evitare spese nel trasporto del carbone, nella vicinanza del porto oppure della stazione ferroviaria di Monfalcone; da qui l' energia sarebbe trasportata all' opificio delle pompe, a mezzo di una conduttura telodinamica. Eventualmente la centrale sarebbe da spostarsi ancora più verso la località dei pozzi.

Per sollevare 580 litri al sec. dalla quota + 0 alla quota + 95, si ha per una conduttura premente del diametro di 800 mm. e della lunghezza di 17 km., un carico di resistenza di 28 m.; quindi una pressione ma-

nometrica di 103 metri. Con un coefficente di rendimento delle pompe di 0.75, l' energia richiesta ai pozzi risulta di

$$\frac{580 \times 103}{75 \times 0.75} = 1062 \text{ cavalli}$$

Data una perdita di energia, nei generatori elettrici nella conduttura telodinamica, e nei motori, del 30%, la centrale sarebbe da costruirsi, senza tener conto dell' illuminazione, della forza di 1380 cavalli.

Se si colloca la centrale a vapore presso S. Giovanni, circa alla quota + 25 metri, e si erige qui una stazione di sollevamento sussidiaria con due aggregati di pompe, i quali potrebbero venir azionati direttamente dal vapore, allora la conduttura da S. Canziano a S. Giovanni è soggetta soltanto ad una pressione di 25-6=19 metri e si potrebbe adoperare per tutti e due i tratti tubi di ghisa. Si avrebbe ancora maggiore sicurezza nell' esercizio se a S. Giovanni l' acqua venisse sollevata per mezzo di una condotta premente in un serbatoio. Con questa disposizione sarebbero richiesti per le pompe ai pozzi 403 cavalli elettrici e per le pompe nella centrale 807. Poichè per piccoli trasporti di energia si può dare alla conduttura telodinamica una sezione relativamente grande, così in questo caso, sarebbe da conteggiare soltanto una perdita d' energia nell' impianto elettrico, del 20% e di conseguenza la centrale a vapore basterebbe di 1,290 cavalli soltanto.

Questa variante se anche presenta lo svantaggio di un secondo impianto di pompe e di un trasporto a maggior distanza del carbone, non pertanto ha il pregio della minore richiesta d' energia, della maggiore sicurezza contro gli effetti perniciosi dei colpi di ariete della conduttura e finalmente ha il vantaggio di poter adoperare tubi di ghisa i quali non si coprono di ruggine.

CONCLUSIONI.

1. Il progetto combinato Bistrizza e laghi artificiali è la migliore soluzione inquantochè darebbe buona acqua, e non solo non richiede nessuna spesa per il sollevamento, ma può anzi fornire energia.

L' acquedotto del Bistrizza non è però ampliabile e, in oggi, per cause estrinseche, la sua attuazione è

anche da ritenersi come non conseguibile. (dermalen auch nicht als verfolgbar anzusehen).

2. Il progetto del Timavo è una soluzione sicura poichè l' acquedotto del Timavo è sempre ampliabile. L' acqua però richiede impianti per la sua chiarificazione e filtrazione e difficilmente si potrà fare a meno di impianti per la sterilizzazione.

   L' altezza alla quale si deve sollevare l' acqua è altrettanto grande quanto quella richiesta dal progetto delle acque basse del Friuli.

3. Il progetto delle acque basse del Friuli darà prevedibilmente acqua buona, che non abbisogna di filtrazione.

   La conduttura dell' acquedotto del Friuli è anche ampliabile, in quanto che per l' avvenire, se sulla riva sinistra dell' Isonzo scarseggerà d' acqua di sottosuolo, si potrà ritirare l' acqua dalle risorgive della Fredda e della Mondina.

Presentemente non è ancora comprovato se la quantità d' acqua oggidì necessaria di 580 litri sec. può venir fornita dai pozzi artesiani di S. Canciano oppure se si debba ricorrere anche all' acqua della Roggia, ciò che sarebbe in genere raccomandato.

La maggior lunghezza di 12 chm. della condotta in confronto di quella del progetto del Timavo, non può considerarsi come fattore decisivo. La spesa maggiore richiesta da questo progetto viene compensata dalla eliminazione degli impianti per la depurazione dell' acqua e dal dispendio ricorrente per il loro esercizio. Partendo dal principio che non si può procedere al ritiro di acqua da un' alveo aperto oppure sotterraneo, nel caso che sia richiesta una depurazione artificiale, fino a tanto che non sia dimostrata apoditicamente l' impossibilità di ritirare sufficiente acqua di sottosuolo di ineccepibile qualità, vengo alla conclusione, in base alle mie osservazioni fatte nel Friuli, di raccomandare alla città di Trieste, in primo luogo di affidare l' immediata esecuzione di un pozzo di prova a S. Canciano, ad un'impresa specializzata in tali lavori. Poscia raccomando di non fissare l'attenzione soltanto sull' acqua artesiana del Friuli ma anche al ritiro d' acqua dalla falda freatica e quindi prima di tutto di far analizzare l' acqua di risorgiva della Roggia e anche di far esaminare ancora una volta l' acqua artesiana di S. Canciano, a fine di constatare se la sua

durezza non sia troppo piccola. Da ultimo osservo ancora, che per l' elaborazione del progetto non occorre attendere che gli assaggi nel Friuli sieno ultimati, poichè il tracciato per la conduttura del Timavo e quello per la conduttura del Friuli, da S. Giovanni in poi coincidono perfettamente.

Quando risultasse che la quantità d' acqua ritirabile dalle falde artesiana e freatica nel Friuli non è sufficente o che i pozzi artesiani devono venir eseguiti a troppo rilevanti distanze l' uno e l' altro, il progetto del Timavo sarebbe l' unica soluzione possibile del problema e allora pienamente giustificata.

Vienna, 21 Marzo 1912.

Dr. KINZER m. p.
consigliere edile superiore.

durezza non sia troppo piccola. Da ultimo osservo ancora, che per l' elaborazione del progetto non occorre attendere che gli assaggi nel Friuli sieno ultimati, poichè il tracciato per la conduttura del Timavo e quello per la conduttura del Friuli, da S. Giovanni in poi coincidono perfettamente.

Quando risultasse che la quantità d' acqua ritirabile dalle falde artesiana e freatica nel Friuli non è sufficente o che i pozzi artesiani devono venir eseguiti a troppo rilevanti distanze l' uno e l' altro, il progetto del Timavo sarebbe l' unica soluzione possibile del problema e allora pienamente giustificata.

Vienna, 21 Marzo 1912.

Dr. KINZER m. p.
consigliere edile superiore.