

ATTI

DEL

REALE ISTITUTO D'INCORAGGIAMENTO

ALLE

SCIENZE NATURALI ECONOMICHE E TECNOLOGICHE

DI NAPOLI

---

3.<sup>a</sup> Serie — Volume I.

---

NAPOLI

R. STAB. TIPOGRAFICO DI DOMENICO DE FALCO E FIGLIO

TIPOGRAFI DEL R. ISTITUTO D'INCORAGGIAMENTO

Via Salata a' Ventaglieri, n.° 14.

1882

# SOMMARIO

- Progetto del taglio del fiume Voltorno presso Canello-Arnone — Memoria presentata al R. Istituto d'Incoraggiamento dal Prof. *Sebastiano Tessitore* (N. 1.)
- Novello avvisatore del principio degli incendi e della temperatura per l'Ing. *Salvatore Guida* (N. 2.)
- Sull'effetto della Marea montante e del vento dominante che impediscono il libero deflusso della piena dei fiumi nel mare come degl'influenti nel fiume principale — Memoria del Socio ordinario Ing. Cav. *Sebastiano Tessitore* (N. 3.)
- Sulla nuova teoria del Sifone del Prof. Marangoni — Seconda Nota del socio Prof. E. Semmola (N. 4.)
- Sulla trasmissione del calore — Spiegazione di un fenomeno presentato dai liquidi in ebollizione del socio corrispondente *Guido Grassi* (N. 5.)
- Su di una nuova stazione della *Vallisneria Spiralis* nelle provincie meridionali d'Italia pel socio ordinario G. A. *Pasquale* (N. 6.)
- Studi intorno al così detto Barbone de' Bufali — Memoria del socio ordinario Professor *P. Oreste* (N. 7.)
- La Esposizione Industriale Nazionale in Milano e il Congresso geologico internazionale in Bologna nel 1881 per *Gaetano Tenore* (N. 8.)
- Sulla temperatura delle acque del golfo di Napoli al variar delle stagioni del Professor *E. Semmola* (N. 9.)
- Sulla variazione diurna di temperatura delle acque del golfo di Napoli del Prof. *E. Semmola* (N. 10.)
- Ancora del vajuolo enzootico dei Bufali—Nota del socio ordinario Prof. *P. Oreste* (N. 11.)
- Esperimenti sulla vaccinazione carbonchiosa fatti nella R. Scuola Veterinaria di Napoli dai Professori *P. Oreste, O. Schrön, V. Margotta e Maffucci* — Relazione del Prof. *P. Oreste* (N. 11 bis.)
- Sull'influenza dell'epoca nelle livellazioni barometriche — Memoria del socio corrispondente *Guido Grassi* (N. 12.)
- La Statistica Territoriale — Memoria del socio ordinario Prof. *Luigi Miraglia* (N. 13.)
- Sopra una quistione di geometria proiettiva — Nota del socio corrispondente Prof. *G. Battaglini* (N. 14.)
- Resoconto all'illustrissimo signor Sindaco di Napoli sul servizio Igienico-Veterinario Municipale eseguito nell'anno 1881 pel Prof. *Valentini Cav. Giuseppe* (N. 15.)
- Brevi cenni sui metodi di estrazione dello zolfo da' suoi minerali terrosi — Memoria del socio ordinario Prof. *Carlo Depérais* (N. 16.)

## APPENDICE

Rapporto sul progetto del signor Stefano Saccà. Letto nella tornata accademica del giorno 20 gennaio 1881. . . . .	pag. 1
Rapporto sulla memoria del Prof. signor Tommaso Mandoj-Albanese, letto nella tornata accademica del giorno 3 febbraio 1881. . . . .	» 3
Rapporto sopra i lavori presentati dal signor Amenta Giuseppe. Letto nella tornata accademica del giorno — marzo 1881. . . . .	» 5



ATTI DEL R. ISTITUTO D' INCORAGGIAMENTO  
ALLE SCIENZE NATURALI ECONOMICHE E TECNOLOGICHE

PROGETTO  
DEL  
TAGLIO DEL FIUME VOLTURNO

PRESSO  
**Cancello-Arnone**

MEMORIA

PRESENTATA AL R. ISTITUTO D' INCORAGGIAMENTO

In risposta al programma di pubblico concorso per l'anno 1879 sulle utilizzazioni delle acque superficiali e sotterranee di una zona abbastanza estesa delle Regioni meridionali d'Italia, e premiata nella tornata del 5 agosto 1880.

*Hæc certa scientia vulgo Hydraulica dicta, admodum est ardua. . . . . quid quid auctores de ea scripserint, sola nitantur experientia etc. etc.*

JOANNIS BERNOULLI. *De motu aquarum.*

**Introduzione.** — Le regioni bagnate dai fiumi sarebbero le più privilegiate se oltre di avere la bella vista dei tortuosi meandri riunissero la fertilità delle terre colle irrigazioni e l'uso delle forze dinamiche delle acque originate mercè l'energia termica solare. Così dai punti più depressi della superficie terrestre, ove le acque si raccolgono per ubbidire alla legge più generale della natura, cioè a quella che impone a tutte le masse la minima distanza media, esse vengono evaporizzate ed una quantità di calorico si trasforma in lavoro, che verrà restituita totalmente quando tale peso prima sotto forma di pioggia e poi di corrente fluviale si riporta alla sua primitiva origine. Tale trasformazione del calorico in lavoro col rapporto di 425 kilogrammetri per ogni caloria e del lavoro in calorico non è che una parte della più importante scoperta della fisica moderna, cioè della trasformabilità delle diverse energie fisiche, e della loro perfetta equivalenza.

L'arte e l'industria debbono trarre partito da queste forze naturali, apparecchiate dal calorico solare, prima fonte d'ogni attività, a farle tutte adoperare a loro vantaggio.

Bene spesso però si vedono trascurati questi sanissimi precetti lasciando in non cale tanto tesoro di pubbliche e private ricchezze. Tali sono le condizioni in quel del Volturno.

Questo fiume che solca le terre di fertilissime contrade offresi molto tortuoso nel suo corso. Tale carattere indica, che il pendio del terreno si trova superiore a quello richiesto dall'indole del fiume dipendente dalle condizioni del mare.

Se infatti la pendenza del fondo del fiume sia maggiore di quella che compete alla sua natura, esso non potrà a meno di non scavare il proprio fondo per ridurselo alla pendenza normale; e siccome scavandosi il fondo non può a meno che qualche parte di una e dell'altra ripa, scalzata alla base, non precipiti dentro dell'alveo, così la materia quivi accumulata servirà da repellente che spingendo la corrente verso la ripa opposta, farà sì che questa ripa venga corrosa, la quale corrosione determina a sua volta una corrosione nella sponda opposta e così via. E se trova una maggiore facilità a logorare queste piuttosto che il fondo, le lunate si avanzano sino a che la forza delle acque non si trovi equilibrata colla resistenza opposta dal terreno e in tale caso il letto si dirà *stabilito*.

Tale non può dirsi però il letto del Volturno che per le corrosioni continue che succedono lungo le sue sponde, va continuamente spostando il suo asse idraulico, esercitando tutta la sua potenza nell'aprirsi nuovi cammini nello scavare il proprio fondo, nello sradicare alberi quando va in piena ed in ciò che richiama la più seria attenzione nell'estermio dei paesi di Canello ed Arnone, come degli altri paesi Grazzanise Brezza e Castelvoturno, siti sulle sue sponde da Capua al mare. Così sembra vendicarsi dell'abbandono in cui viene lasciato.

Già delle case rovinarono nel fiume, e se a tanto pericolo non si oppone un riparo, egli non passerà gran tempo, che questi e gli altri abitati saranno ad uno ad uno travolti fra le voraci onde, lasciando solamente la memoria di Canello ed Arnone specialmente, come quelli che sono più direttamente attaccati dalla corrente, e dove non vi sarà mai a sperare che quel serpentino che li circonda possa venire a formarsi un giorno curve di stabilimento da non venire più corrosa alcuna delle sponde. Di tale sentenza saranno certamente tutti quegli Ingegneri che pure d'Idraulica s'intendono!

Però mi sia lecito osservare, per quanto bene sapranno rilevare e dimostrare le condizioni cattive di questi luoghi, altrettanto male si apporrebbero nell'additare delle opere di *munienti delle sponde* per allontanare il pericolo.

Solo può scusarli se emettessero tale giudizio con riserva di opportuni studii della natura del fiume e di tutte le circostanze locali e delle sue condizioni idrologiche, come noi abbiamo fatto. Dopo tale esame può determinarsi il sistema di difesa, il quale a parer nostro, dovrà racchiudere oltre la salvezza delle suddette borgate l'impulso allo sviluppo delle industrie locali sia in orticoltura, sia in piscicoltura, secondo i più moderni metodi, sia nella utilizzazione della forza dinamica. Tale è il programma generale del presente lavoro, che cerca non solo di assicurare la vita agli abitanti di Arnone, Canello ed anzidetti paesi, ma rendere loro ricchezza e prosperità da tramandarla ai posterì.

## I.

### Descrizione della località.

Sulle sponde del Volturno e propriamente in un suo serpentino trovansi fra gli altri i due paesi Arnone e Canello, posti l'uno nella sinistra e l'altro sulla destra del fiume.

Vedesi dall'annesso rilievo eidipsometrico (Tav. 2<sup>a</sup>) che la parte a destra della svolta, così detta di *Branco* trovasi congiunta a gomito col filone dell'acqua sopracorrente e propriamente con un angolo di circa 85°. Per tale disposizione questo gomito, che diremo superiore, nella svolta di Branco, fa fronte col filone delle acque sopravvenienti, e perciò

resta attaccato da corrosioni continue che non essendo arrestate, tendono a riunire questo tratto di fiume con quello seguente posto nella parte a sinistra di detta svolta, la quale anch'essa corrosa tende a sua volta di compiere la medesima ricongiunzione. Un tale termine segnerebbe la più terribile sciagura di Arnone il quale investito direttamente non potrebbe resistere all'urto della corrente fatta più violenta e disastrosa per l'accorciato cammino. La rovina degli abitanti sarebbe decisa e tanto più lagrimevolmente, in quanto che tale fenomeno si occasionerebbe nei tempi delle massime piene, quando non vi è ostacolo che valga ad impedirlo. Altre corrosioni si rinvergono propriamente sotto le mura di Arnone sia alla sua destra che alla sua sinistra.

Nè è a ricordare che tutti i fiumi dopo alquanto tempo fissino stabilmente il loro corso, poichè quivi l'alveo è così vicino che delle case sono state già travolte nelle acque e le corrosioni seguitano il demolimento in ogni tempo. Ciò lascia conchiudere che la curva di *stabilimento* domandi la distruzione di Arnone.

Tale fatto ci dispensa dal calcolare il raggio di curvatura di questa futura lunata, che bisogna ad ogni costo impedire. Se a questo si aggiungono le corrosioni che succedono alla parte opposta del seguente ramo del fiume, si rileverà facilmente quanto cattiva sia la posizione di questo abitato doppiamente investito dalla corrente.

Nè meno cattiva si presenta la posizione di Canello che ancora sotto le sue case vide l'impetuoso fiume che con certo passo si avvanza. Così nel periodo di pochi anni secondo le osservazioni fatte in diverse epoche la sponda sotto Canello ove sorgeva il ponte in legno del Cav. Ingegnere Fiocca, manifesta un avanzamento di oltre 10<sup>m</sup> in un periodo di pochissimi anni: è vero pure che le stilate di detto ponte v'influirono principalmente, ma ciò mostra con quanta prudenza ed accuratezza gli opportuni lavori debbono essere intrapresi.

Questi sono i punti più pericolosi, ove si manifestano le corrosioni, che non lasciano però nessun punto di attaccare in queste vicinanze, ove molto *vago* perciò risulta il corso del fiume.

Tale considerazione torna opportunissima per chi progetta il ponte in tale ramo di fiume, poichè il suo collocamento riesce oltremodo difficile e forse impossibile senza venire ad una rettificazione di questo tronco, come noi progetteremo qui appresso. Nè valgono le opere di difesa a proteggere le spalle del ponte, perciò verrà ampiamente dimostrato poco più innanzi nella discussione dei mezzi di difesa delle sponde minacciate e delle difese frontali. Senza tali considerazioni si vedrebbe ben presto dopo la costruzione del ponte, che questo ha bisogno di essere prolungato, come è avvenuto in questo sito nel menzionato ponte di Fiocca, il quale fu costretto di aggiungere dopo poco tempo un'altra palata lateralmente. Non si deve ripromettere bene chi combatte il male senza reciderne la radice. Perciò crediamo indispensabile il taglio e la regolarizzazione delle sponde per le due ragioni principali, cioè: sicuro *stabilimento* del ponte e difesa degli abitati. Ciò meglio ancora sarà chiarito in seguito, massimamente la seconda parte cioè la difesa delle sponde.

Inoltre si fa anche osservare che la corrosione della sponda destra il cui vertice si trova a 70<sup>m</sup> sopra corrente al sito del ponte, progredirà sempre a monte del vertice stesso trasportandosi verso la cappella segnata in pianta, ed allora chi non vedrà che la linea di riflessione partendo da questo nuovo vertice va ad incontrare la sponda sinistra più a monte dell'altro attuale vertice della corrosione nella risvolta di Arnone, e così non permetterà, in tutto quel tronco fra le due corrosioni anzidette, impiantarvi stabilmente un

ponte senza che non si fosse costretto a protrarne il prolungamento nella sponda che verrà corrosa? Solo nel rettilineo sotto corrente Cancellò-Arnòne si potrebbe impiantare un ponte stabile, alla cui spesa si dovrebbero aggiungere quelle per due gran tronchi di strada rotabile che occorrerebbe per mettere in comunicazione i due paesi. Inoltre facciamo osservare che tutto quello che abbiamo innanzi svolto relativamente alle lunate corrose viene confermato dalla teoria che il Mari ci porge nella sua Idraulica pratica, stabilita dalle esperienze del Dubòat fatte nelle curve di stabilimento in cui si avea l'angolo del gomito fra  $108^{\circ}$  a  $110^{\circ}$  e l'angolo di briccola di  $36^{\circ}$ . Se si prolungheranno la linea incidentale e quella di riflessione esse s'intersegneranno presso l'angolo N. O. della Cappella, e formeranno fra di loro un angolo di  $104$  prossimo all'angolo del gomito detto innanzi per arrestarvi la corrosione.

Come del pari nel vertice dell'attuale corrosione a monte del ponte si vede che l'angolo di briccola è già prossimo a raggiungere il  $36^{\circ}$ . Ma di questo si troverà ampiamente discussione in seguito.

Non tralasciamo di far notare che nella sezione del fiume ove verrà impiantato il ponte si è eseguito un accuratissimo scandaglio come si vede dalla tavola (4.<sup>a</sup>) delle sezioni.

Per compiere la presente descrizione non resta che accennare alla grande svolta del fiume dopo Cancellò; da questa hanno i loro incili due canali delle colmate fatti dalle Bonifiche, l'uno sulla sinistra l'altro sulla destra, dai quali noi ci terremo lontano per non alterare punto il loro regime. In quanto al suo preciso andamento meglio potrà rilevarsi dal rilievo eidipsometrico di tale contrada e dalle corrispondenti sezioni fatte lungo tutto il tratto.

La tortuosità di questo fiume, la molteplicità dei punti corrosi, rendono difficilissimi gli studii a farsi nel presente lavoro che dovrà avere per base la conoscenza perfetta della indole del fiume, del suo regime idraulico in tutti i suoi stadi, della natura e consistenza delle terre delle sue rive.

Però le esperienze che abbiamo potuto fare sul Volturno e che abbiamo studiato per lunghissimi anni ci porgono grande conforto nella intrapresa di questo difficile lavoro.

In quanto alle attuali condizioni economiche ed agricole della ora descritta zona esse non sono punto felici. In fatti questa zona, che fa parte di quella vastissima che da Capua si estende fino al mare Tirreno per la lunghezza di circa 26 chilometri e per larghezza molto maggiore, formava i famosi Campi Stellati, i quali oltre ad essere popolati di molti abitanti dovettero anche essere ubertuosissimi attesochè fornivano gli spaziosi ed immensi granai dell'antica Capua, ai tempi della sua storica opulenza. Ora invece quella vasta contrada non conta che pochi paesi con una popolazione non maggiore di 5327 abitanti, e questa popolazione vive una vita grama e meschina per esiguità di prodotti agricoli che ricava dalle sue terre. Uno dei fiumi principali d'Italia, il Volturno, la percorre nel mezzo fino al mare, mentre le sue acque come mezzo fecondatore del suolo sarebbero una delle cause più potenti della sua fertilità, ed applicate come forza motrice sarebbero l'agente più utile delle arti meccaniche e dell'industria, richiamando in quel vasto deserto novelli abitatori. Quella contrada medesima invece non ha che a patire da secoli solamente danni da quel fiume che dovrebbe pure essere la fonte sicura e perenne di sue ricchezze. Infatti i pochi paesi che hanno ivi sede sono tutti corrosi dalle sue piene minacciose che travolgono gli scarsi fabbricati. Le campagne sommerse continuamente dai suoi straripamenti, con danno dei seminati in autunno in inverno ed in primavera, rimangono poi aduste come i

deserti dell'Africa in estate, quando una irrigazione saviamente praticata aumenterebbe la loro produzione e con la produzione la ricchezza che sotto forme molteplici si diffonderebbe poscia in tutte le parti della pubblica economia. È forse ricca l'Italia abbastanza perchè quel capitale considerevole delle acque del Volturno debba andare eternamente perduto? mentre potrebbe raddoppiare il valore di quelle terre anzi restituirebbe loro tutto il valore, atteso che l'acqua feconda i più sterili terreni.

Sicchè oltremodo scarsi sono ora i prodotti agricoli della detta vasta contrada, ed oltremodo limitato il numero degli animali che essa può nutrire. Dappoichè colla sua attuale rotazione agraria triennale, consistente nel maggese di granone nel primo anno, in grano nel secondo ed in biada nel terzo, dall'anno del maggese raramente si ricava un prodotto anzi si perdono le spese del maggese, perchè i calori estivi ardentissimi sottraggono alle terre ogni liquido umore, ed il vento periodico che vi spira da ponente allontanamente ogni pioggia benefica e la svia ai suoi lati; nel secondo e terzo anno poi neppure si può far conto sopra abbondanti prodotti perchè quel terreno essendo argilloso, le acque piovane sono poco assorbite e quindi solo i calori primaverili possono liberare le radici di quelle piante dalle acque permanenti nelle quali guazzano nelle stagioni piovose, e solo si raccolgono larghi prodotti nei rarissimi anni nei quali l'inverno corre freddo ed asciutto.

#### **Necessità dell'irrigazione della anzidetta contrada.**

Ora se è vero che l'acqua è uno dei più potenti istrumenti posti in opera dalla natura per attuare nella successione dei secoli una notevolissima parte delle modificazioni che ha subito e dovrà subire il nostro globo, e se è vero che senza l'acqua non può esistere l'attuale vita animale e vegetale, se è vero che gran parte della futura prosperità e ricchezza del nostro paese dipende dal rimboschimento dei suoi monti e dell'accrescimento, buon governo ed utilizzazione delle sue acque, se è vero che la Lombardia ed il Piemonte per essere molto innanzi nell'arte di derivare le acque superficiali, regolarne il corso e la distribuzione, sono le provincie più ubertose e ricche d'Italia, perchè non potrà praticarsi altrettanto in questa vasta contrada del Bacino inferiore del Volturno utilizzando tante acque che vanno perdute, mentre esse colla irrigazione crescerebbero novelle ricchezze a vantaggio non solo degli abitanti del luogo, ma anche della intera nazione? Con le acque torbide diminuirebbe la natura argillosa di quei terreni, si richiamerebbero in quelle deserte campagne novelli abitatori, si accrescerebbero il numero ed i prodotti degli animali, fornendo così maggior copia di letami sufficienti alla coltivazione. Ed invero l'attuale rotazione agraria da triennale sarebbe ridotta a biennale, si assicurerebbero senza incertezza almeno i prodotti estivi che con quel sole africano crescerebbero rigogliosi ed abbondantissimi, s'introdurrebbero i prati artificiali, e quella contrada trasformandosi accrescerebbe la pubblica ricchezza, dando pane e lavoro a notevole numero di operai. L'acqua fu sempre considerata dagli Agronomi come un concime periodico che naturalmente o artificialmente vien dato alla terra. Se si consideri la industria agricola di leggieri si scorge come sia la sola nella quale adoperando l'opera propria ed il capitale, questi non fruttano se non su ragioni di circostanze fortuite indipendenti dalla volontà dello agricoltore. Ciò dipende essenzialmente dalla somministrazione dell'acqua. Per le coltivazioni invernali non ci è tanto da impensierirsi sul difetto di un elemento tanto necessario, stantechè la caduta delle piogge ampiamente per sè stessa vi provvede: ma per le coltivazioni

primaverili ed estive, quali sarebbero quelle del gran turco, delle canapa, del prato ecc: è ben diversa la condizione e particolarmente nella contrada sopra descritta, per la mancanza di acqua, vediamo tali importantissime coltivazioni o essere del tutto trascurate, o se tentate andare quasi abitualmente a male.

Che se vediamo ogni giorno costituirsi delle Associazioni assicuratrici contro l'incendio, la grandine ed altri danni, che possono per avventura sopravvenire ai raccolti; il non essersi però mai costituita una società assicuratrice che garantisce i prodotti contro l'arsura, ci fa abbastanza persuasi che tali danni sono troppo frequenti irreparabili e dispendiosi.

Data dell'acqua in questi territorii, in una maniera certa che mai potrà venir meno, e voi avete non solo triplicata la produzione agricola locale ma avete assicurata la esistenza di una nuova produzione che finora era impossibile, produzione di un genere di prima necessità; avete così sensibilmente migliorata la condizione dell'agricoltore, dell'operajo, del proprietario, del Comune della Provincia.

Però se abbastanza evidente riesce la necessità ed il vantaggio della irrigazione in tali contrade, nessuno disconosce le spese cui per tali opere si va incontro.

Nelle contrade meridionali d'Italia mancano i vasti latifondi dell'Inghilterra, dove a pochi, ma ricchissimi proprietari uniti in società è possibile lo imprendere opere di una certa vaglia; nei paesi in parola invece la estensione della proprietà è molto limitata e quindi per riunire molti mezzi conviene che vi concorrano moltissimi individui; ed il trovare capitali ed accordare tante diverse opinioni ad uno scopo unico, anche proficuo, riesce sempre difficile, poichè è quasi nella indole di questa popolazione molto poco propensa allo spirito d'associazione anteporre ad un florido avvenire un presente mediocre.

Ed è qui che noi invocheremmo l'intervento di una mano che raggruppasse questa moltitudine discrepante, che usasse un certo che di energia e diremmo quasi di violenza per condurla all'attuazione di un'opera tanto necessaria e proficua, energia e violenza che verrebbe in seguito abbastanza giustificata e conestata degl'immediati vantaggi che ne conseguirebbero.

Questa energia noi non sapremmo meglio invocarla che dal Governo. Ed in effetto per tener fronte alle spese occorrenti per un'opera di tal fatta fa mestieri la formazione di un Consorzio, istituzione fino ad un certo punto favorita dalle leggi in Italia in vigore, ma non spinta a quel grado di energia che noi invocavamo, in forza della quale in certi casi diventa solamente possibile.

« Coloro che hanno interesse comune (così si esprime l'art. 657 del Cod. Civ. d'Italia) nella derivazione e nell'uso dell'acqua, nella bonificazione e nel prosciugamento di terreni possono riunirsi in Consorzio affine di provvedere allo esercizio, alla conservazione ed alla difesa dei loro dritti.

Nei seguenti articoli si danno le norme onde regolare il buon andamento di tali Consorzi. Ma quando avete che per un'opera di tal genere un consorzio è indispensabile, che la necessità ed i vantaggi di questa opera sono chiari come la luce del sole, e che questo consorzio non arriva a formarsi, allora bisogna confessare che è troppo debole quella legge che lascia all'arbitrio della moltitudine il volere o non riunirsi in consorzio, poichè senza dubbio ciò permette che il capriccio, la indifferenza, la ignoranza di alcuni fra gl'interessati sia di ostacolo al vantaggio certo di molti. La potenza dell'associazione è così grande, così universalmente riconosciuta, che anche negl'interessi privati vuole essere favorita. Nè ci si opponga che la legge civile deve essere cauta nell'usare

violenza contro la volontà degli individui : dappoichè trattandosi d'interessi vitali, comuni a tutta una contrada, quali sono quelli della irrigazione, è questa una operazione avente un vantaggio materiale ed evidente, è questo uno de' casi in cui il rigore del dritto deve cedere al principio di convenienza.

In nostro favore milita, fino ad un certo punto, la proposta fatta dal Chiarissimo Giureconsulto Giovanetti, dietro la quale si fece un progetto nella legge Italiana, rendendo obbligatorii i consorzii sulla richiesta della maggioranza degl'interessati, quando si tratti dello esercizio, della conservazione e della difesa di dritti comuni, dei quali non sia possibile la divisione senza grave danno. Ma noi confessiamo chiaramente che anche questa modifica è insufficiente : noi vorremmo che quando l'opera è per se stessa necessaria ed incontrastabilmente vantaggiosa, la legge intervenga per renderla obbligatoria per imporla in modo assoluto ed imperativo, per evitare che avvenga, come nel nostro caso, che chi si trova nell'acqua muoja di sete.

Noi vediamo praticato questo mezzo energico e razionale da altre nazioni, che trovansi in condizioni economiche molto più floride che l'Italia. Una legge promulgata in Inghilterra il 28 agosto 1846 autorizzava l'anticipazione del denaro pubblico a fine di promuovere il miglioramento del terreno in Inghilterra e nell'Irlanda. Nella Legislazione prussiana troviamo una legge sulla Irrigazione promulgata nel 1843, di cui l'Art. 53 così esprimeva.

« Allorchè i lavori necessari al godimento delle acque sono di profitto a tutta una  
« contrada e non possono essere eseguiti e sostenuti che dal concorso comune, le parti  
« interessate possono essere costrette alla esecuzione dei lavori necessari; esse sono riu-  
« nite in tal caso con ordinanza reale in un associazione particolare.

Siffatta guisa di provvedimenti non sarebbe d'altronde nuova nell'Italia. Si è vantaggiosamente ammirata e nessuno potrà disconoscerlo quando la pubblica Amministrazione imponeva alle città di unirsi in consorzio e provvedere alla costruzione di nuove vie. Se tali energici provvedimenti non si fossero presi, e si fosse invece lasciato alle città in loro arbitrio il riunire i loro sforzi per concorrere ad un'opera tanto necessaria, tante vie ora non esisterebbero, il commercio sarebbe tuttora inceppato per la mancanza di comunicazione. È così appunto che noi vorremmo che il Governo agisse per l'attuazione dell'opera che progettiamo : il suo compito non dovrebbe essere altro se non quello di iniziarla, porla in tale condizione da potere andare bene innanzi e poscia lasciarne totalmente la cura ai privati.

Che il Governo formi adunque obbligatoriamente un Consorzio, raccolga un sufficiente capitale mediante un Prestito, che poscia riscuoterà man mano dagl'interessati a guisa di sovrimposta, comprendendo le rispettive quote d'interessi e di ammortamento, e quando avrà ciò fatto lasci totalmente à privati il carico di condurre a termine detta opera, riservandosi esclusivamente il diritto di tutelarne il buon andamento. È solo in questo modo che noi vediamo possibile un'opera di sì grande importanza.

Porremo termine a queste importantissime considerazioni economiche proponendo alcune modificazioni amministrative sul proposito, che a nostro avviso dovrebbero essere senz'altro attuate.

Esse sono le seguenti :

1. Attesochè la ricchezza che andrebbe a crearsi con le irrigazioni gioverebbe non ai soli proprietari e coloni, ma gioverebbe bensì alla pubblica economia, così la irrigazione pel fine della pubblica economia, come quella pel fine della pubblica utilità dovrebbe essere obbli-

gatoria nei fondi seminati a prati, cotone, granone o civaie ecc. quando la irrigazione è opportuna e necessaria, nello stesso modo che per legge si sono ordinate le strade obbligatorie.

2. Sarebbe opera utile raccogliere insieme tutte le disposizioni di leggi e regolamenti relativi alle acque, ordinandole in un pratico manuale, che in chiaro ordine venisse a presentare tutte le parti della legislazione che alla materia si riferiscono; affinchè i diritti ed i doveri sieno a piena conoscenza di coloro che debbono fruire della irrigazione.

3. Siccome l'ingegno meraviglioso della irrigazione per essere utile richiede lavori e disposizioni costituenti l'ammendamento stabile che rende veramente irriguo un terreno, così le Autorità che debbono comprendere e curare l'interesse dell'Agricoltura Nazionale non dovrebbero permettere ad alcuno lo irrigare, se non soddisfatti alle condizioni essenziali che rendono profittevole la irrigazione, vietando in pari tempo di sciupare acque che possono tornare utili ad altri.

4. Tornerebbe meno dispendioso e più utile per la buona conservazione del condotto della irrigazione l'affidarne la cura ai maggiori interessati residenti sul luogo. Per quanto i Governi stimino di possedere e tutelare le pubbliche opere, tutto ciò che posseggono e tutelano rimane ordinariamente sotto l'arbitrio dell'ultimo impiegato o custode non sempre imparziale od incorruttibile.

Egli è poi certo risultare due o tre volte maggiori le spese per cagioni delle visite e rapporti indispensabili dietro oculari e locali ispezioni delle Autorità Governative, mentre tali spese sarebbero in gran parte evitate quando la buona conservazione del condotto fosse affidata ai maggiori interessati residenti nella contrada.

5. Divieto assoluto delle pastorizie vagante, la quale per incuria dei custodi devasta o deteriora i canali, le piantagioni ecc.

Daremo in ultimo un cenno sulla quantità di acqua necessaria per la irrigazione.

È questo uno dei più ardui fra i problemi a risolvere nei progetti d'irrigazione di terreni. Le molteplici e disparate esigenze che bisogna conciliare ne rendono la risoluzione più che difficile se non impossibile. Tale difficoltà poi si rende massima nelle provincie meridionali d'Italia ove la pratica delle irrigazioni è pressochè sconosciuta, mentre poi il solo modo come poter toccare la meta sarebbe quello di eseguire locali esperimenti. Nè l'autorità di quanto altrove si vien praticando può giovare in alcun modo; si è dimostrato che per differenti paesi anche dello stesso dipartimento della Francia la quantità di acqua necessaria per la irrigazione di un'ettra di terreno varia dall'uno all'altro, come pretendere che si faccia uso dei dati stabiliti altrove che presso noi?

M. Hervé Mangon al proposito dopo aver riportato in un quadro diversi volumi d'acqua necessari alla irrigazione di diversi terreni soggiunge:

« Ces chiffres n'ont, pour ainsi dire, aucun commentaire. Ils montrent combien sont différents les régimes d'arrosage du Midi et des Vosges. L'arrosage de la prairie de « l'Isle, par exemple n'emploie qu'une couche d'eau de 0<sup>m</sup>,54 d'épaisseur tandis que « l'eau versée sur la prairie de Flabeampnt couvrirait le sol d'une couche d'eau, de « presque 400<sup>m</sup> d'épaisseur si elle y était réunie a un moment donné.

A fronte di una tale disparità nelle esigenze dei diversi terreni, come regolarsi nella bisogna?

Il Nadault de Buffon concede 300 metri cubici d'acqua per ogni irrigazione di un'ettra di terreno ma vorrebbe che questo nello spazio d'un ora ne fosse tutto coperto. Ciò porterebbe alla costruzione di adattati serbatoi per ogni appezzamento de' terreni oltre di che

esigerebbe molta attitudine nella pratica attuazione, la quale non potrebbe esigersi ragionevolmente da un agricoltore del tutto nuovo in simili lavori.

Altri ingegneri francesi vorrebbero per ogni ettara di terreno un litro d'acqua continua, ma lo stesso Nadault de Buffon crede tale pretensione esagerata, e ne ammette in media per dipartimenti meridionali della Francia e per una ruota di 14 giorni da litri 0,50 a litri 0,80.

Nel Milanese si ammette che nelle circostanze ordinarie di permeabilità del suolo per una risaja sia sufficiente per ogni 24 ore uno strato d'acqua dell'altezza fra i metri 0,012 e 0,014.

Nel Veronese se ne esige fino a metri 0,051.

Per possessioni coltivate in parte a generi irrigabili ed in parte a generi non irrigabili vogliono gl'ingegneri lombardi che tre once magistrali milanesi continue bastano ad irrigare da 1000 a 2000 pertiche di terra ossia che questa in ogni giorno deve essere coperta da uno strato d'acqua fra i 0,0136 e 0,0068. In questo caso poi suppongono che le colature non sieno troppo utilizzate.

Se si esamina ora un poco la condizione della terra nelle pianure di Canello-Arnone, essa si trova appartenere geologicamente a terreni in formazione, chimicamente essere una terra argillosa-calcareo, quindi suscettiva di mediocre bibacità. Del lato agricolo poi si vede che non tutta la estensione delle pianure anzidette è coltivata a generi irrigabili.

Le pendenze in generale non sono troppo risentite, quindi l'acqua versata sulla terra ne scappa con grande difficoltà. In quanto ad utilizzare le acque colatrici non è a sperarsi.

Se quindi si adattasse il minimum di quello che viene ritenuto dalla pratica milanese, si potrebbe esser certi di non andare molto lontani dal vero; anche perchè non bisogna tener di mira solo ad accordare ai coltivatori l'acqua in quantità più che sufficiente ma è necessario di non essere larghi di un elemento che in questa zona non trovasi in troppo grande abbondanza, come nella Lombardia ed il minimum sarà ritenuto, avendo anche in considerazione di agevolare quei naturali nel senso di dar loro l'acqua per irrigare le terre ad un prezzo non molto elevato, e nello stesso tempo di fornire ad una larga zona di pianura l'agio di poter essere irrigata. Ritenendo tutte le esposte ragioni sembra dunque che alla irrigazione delle Terre di Canello-Arnone (per quelle non soggette alle Bonifiche) possa bastare uno strato di acqua dell'altezza di 0,07 il che è equivale a 700 m. c. circa per irrigazione. E questa quantità di acqua si ottiene da uno sgorgo continuo di litri 0,75 per ogni ettara; poichè in 24 ore si avrebbero 64,80 per ettara e per una rotazione da 10 a 11 giorni si avrebbe una quantità di acqua di circa 0,07 in media per tutte le coltivazioni il che sarà abbastanza sufficiente.

Il numero delle ettare irrigabili, secondo il rilievo planimetrico annesso alla presente relazione è di ettare 6900, delle quali ettare 5700 sulla sponda sinistra del Volturno estendonsi da una parte fra le Pozzelle, la Regione Lo Balzo, R.<sup>na</sup> Lo Cardito, Le colonne, Ponte Reale, intersegando i Regi Lagni e la Strada che da Arnone mena a Vico di Pantano e scendendo giù per le Pecorelle, Masseria S. Antonio, Masseria Malommo, C. Ischitella, Scorsa di Radica, viene fino al lago di Patria; e dall'altra passando per Pagliara, Quarto della Lemma, Pagliara della Riccia e costeggiando i Regi Lagni fino al mare ed il Canale di Vena fino al Lago di Patria; Sulla sponda destra poi ettare 1200 da irrigare che si estendono lungo la Strada di Cappella Reale, costeggiando l'alveo dell'Agnena, il nuovo alveo del Varicone la Grotta fino a Canello.

Per tutta questa estensione occorrono dunque 6,20 a minuto secondo tenuto conto

della perdita d'infiltrazione e di evaporazione (salvo a misurare esattamente alla derivazione) il che corrisponde ad uno sgorgo continuo di litro 0,75 per ettare come si è detto precedentemente.

Vedi appendice.

L'accennato modo di distribuire le acque è d'altronde anche più comodo per coltivatori poichè esso è indipendente del numero dei giorni della rotazione.

Di qui il vantaggio che secondo la natura della terra ed il genere di coltivazione l'agricoltore è libero di chiedere che la ruota gli sia o decresciuta od aumentata e potrà quindi disporre di un maggior volume d'acqua per quelli appezzamenti che ne richiedono meno e più di rado.

Non va intanto trasandato di dire che il volume assegnato per ogni ettara di terreno è lordo di tara.

L'evaporazione e l'infiltrazione dell'acqua lungo il suo percorso le perdite che succedono per le bocche d'emissione ed altro, sono delle quantità che non si possono a vigore valutare. Ed è perciò che il volume d'acqua assegnato per ogni ettara di terreno s'intende misurato alla derivazione, potendovi all'uopo applicare il regolatore automatico da me inventato e già esposto nella Esposizione Internazionale Marittima avuto luogo in Napoli nel 1871 premiato con Medaglia d'argento. Il Nadault de Buffon sperimentando al proposito su i canali lombardi ha dato i seguenti risultati:

**Canale della Muzza**

Misura diretta . . . . .	once 1768
Sgorgo per le bocche . . . . .	» 1482
	<hr/>
	Perdita 286

**Canale della Martesana**

Misura diretta . . . . .	once 654
Sgorgo per le bocche . . . . .	» 584
	<hr/>
	Perdita 70

**Naviglio grande**

Misura diretta . . . . .	once 1234
Scorgo per le bocche . . . . .	» 1075
	<hr/>
	Perdita 159

**Media**

Naviglio grande . . . . .	15 0/0
Martesana . . . . .	12 »
Muzza . . . . .	19 »
Media Generale . . . . .	15 »

Questa media generale in nessun conto però potrebbe ritenersi applicabile ai canali progettati, i quali servono esclusivamente alla irrigazione mentre quelli esaminati dal

Nadault de Buffon sono destinati anche alla navigazione interna, ove la perdita d'acqua nelle cateratte pel passaggio dei battelli è una delle principali cause determinanti la differenza fra lo sgorge reale e l'utilizzato.

Oltre alla irrigazione dell'anzidetta contrada noi abbiamo pensato ancora a fornire di acqua tutta quella località che si denomina dell'Agro Aversano per la estensione di 30 chilometri quadrati circa. In questo lavoro non ci siamo esclusivamente occupati della questione della irrigazione, per se sola abbastanza interessante ed utile, noi abbiamo bensì voluto anche scongiurare i danni che sono per avvenire a tutti i paesi che trovansi lungo la sponda del Volturno specialmente Cancellò Arnone dove alcune case sono già state travolte dalle acque come dicemmo innanzi sicchè noi ci andremo ad occupare non solo delle opere d'irrigazione in questa contrada ma ancora di un'opera che vale a salvarla dalla catastrofe progettando un taglio deviante il fiume a preferenza delle opere di muniti delle sponde per lo più inefficaci come dimostreremo ampiamente a suo luogo. Mercè questa deviazione noi verremo a costituire un salto sul quale facciamo una ritenuta d'acqua, che ci svilupperà una potente forza motrice parte della quale verrà ad elevarci l'acqua per l'alimentazione ed irrigazione dell'Agro Aversano, essendo di livello circa 50<sup>m</sup> superiore alla presa presso Arnone.

Mediante questa forza noi convogliamo in una condotta forzata un volume di acqua di 700 litri a minuto secondo, debitamente resa pura e potabile mercè un filtro costruito precedentemente al salto e del quale più particolarmente ci occuperemo a suo luogo.

Derivando dunque mercè tale condotta forzata un volume giornaliero d'acqua potabile di 60480 m. c. noi ne assegniamo 1138 m. c. per gli usi giornalieri di 18 paesi dell'Agro Aversano, computando 20 litri per abitante, tranne Aversa cui ne daremo 30. Avremo così soddisfatto ad un bisogno che molto urgente si fa sentire in questa popolazione, la quale se attualmente difetta di acqua potabile, con tale mezzo potrebbe fruire di acque zampillanti fino all'altezza di un primo piano ed adibirlo per fontane ed altre opere di pubblico vantaggio ed abbellimento.

L'utilità di tale alimentazione è grandissima sia dal lato igienico che dal lato economico: poichè anche quando si volesse far pagare l'acqua al prezzo di Lire 0,25 al metro cubo si avrebbe la spesa di un centesimo per ogni barile, prezzo come si vede neppure confrontabile colla più vile mercede che si volesse dare ad un individuo per attingerla da un pozzo, prescindendo dal consumo di secchie, corde, pulegge ecc. E se si fa attenzione al tempo che si richiede perchè un individuo attinga da un pozzo un barile di acqua di leggeri si conchiude che vale la pena di pagarlo al prezzo di un centesimo trovandosi maggior tornaconto se quel tempo si occupa in qualunque altro lavoro. E perchè non venga interrotta questa alimentazione nel caso che occorresse qualche momentanea riparazione nella condotta si faranno de'serbatoj speciali in ferro su basamento di muratura che possono fornire acqua almeno per 6 ore.

Così de' 60480 m. c. di acqua giornalieri derivati abbiamo già disposto di 1138 m. c.; restano 59342 m. c. di cui ci serviremo per la irrigazione del suddetto Agro Aversano.

Non vi ha dubbio che il somministrare l'acqua a terreni in generale fa sempre bene: ma dal modo come detta acqua viene somministrata può derivare maggiore o minore beneficio alla coltivazione. Se consideriamo la irrigazione nel modo che abitualmente si fa, osserviamo che se per poco non si bada all'ora in cui vien fatta essa può determinare la morte delle piante stesse. In effetti se si ha che mentre la parte superiore di una pianta è esposta ai raggi cocenti del sole, o in un atmosfera abbastanza calda le sue radici sono

direttamente toccate dall'acqua a bassa temperatura; tale squilibrio di calore può indubitabilmente produrre il deperimento o la morte delle piantagioni. E ciò può appunto avvenire colla irrigazione ordinaria. Ben diversamente opera la pioggia, che è la irrigazione naturale la più perfetta: l'acqua cadendo da una discreta altezza scioglie gran parte dei gas ammoniacali ed acido carbonico, delle particelle organiche che incontra nel suo cammino, elementi utilissimi per le piante; cade prima sulle foglie e su i rami, ossia sulle parti che trovansi immediatamente in contatto coll'atmosfera e le predispone ad un abbassamento di temperatura, abbassamento che più tardi si verificherà anche alle radici di esse; lava infine quelle foglie dal pulviscolo che su di esse si è depositato specialmente presso i bordi delle strade rotabili in modo da riattivare la respirazione. Or se si potesse colla irrigazione artificiale ottenere se non tutte almeno parte di tali benefizii, ne avvantaggerebbe senza dubbio l'agricoltura. E appunto per questo che potendo noi disporre di una forza abbiamo pensato di attuare il sistema di irrigazione a pioggia, in cui l'acqua cadendo da una certa altezza rende all'agricoltura gli stessi servigi che la pioggia naturale, e tanto più noi siamo convinti della preminenza di un tale sistema in quantochè abbiamo veduto dei contadini sia nelle contrade meridionali di Italia che altrove raccogliere sulle pale l'acqua dai canali d'irrigazione e lanciarla quindi ad una certa altezza per farla cadere a pioggia sulle piante. Ma questo modo grossolano ed imperfetto fa sì che l'acqua cada a grosse gocce mentre nel modo da noi proposto, essendo elevato ad una altezza di oltre 20 m. a 30 m. cade a guisa di pioggia minutissima, venendo suddivisa in aria mercè quell'apparecchio chiamato dai Francesi *arrosoir* che vediamo adoperata nei giardini. Tale condotta forzata la faremo passare lunga la Strada che da Vico di Pantano mena a Casal di Principe, ad Aversa fino a S. Arpino diramandosi per Frignano Maggiore, Aprano, Casaluce, Teverola, S. Marcellino, Trentola, Ducenta, Lusciano e Gricignano d'Aversa.

Ad ogni chilometro di tale condotta faremo una derivazione che si addentra nei fondi laterali per una lunghezza di 500 m. ed i proprietari su questo percorso faranno a loro volta delle derivazioni mercè tubi di cautchou muniti all'estremo dell'apparecchio di *arrosoir*. Vedi appendice N. 5.

#### **Inopportunità delle opere di munienti, necessità del taglio.**

Della predetta descrizione vedesi che quattro sono i punti ove le corrosioni minacciano più direttamente i detti paesi. Questi sono: il primo gomito a monte della svolta di Branco, la sponda a destra ed a sinistra di Arnone e quella infine a sinistra di Cancello. L'idea, od il mezzo più ovvio che si presenta a prima giunta, e ad un individuo ignaro delle idrauliche discipline è quello al certo di difendere cioè le sponde con opere di *munienti*.

Coll'esaminare però attentamente tutte le opere di tal genere, che l'arte di reggere i fiumi ha potuto rinvenire opportune, si scorge facilmente come tutte sieno insufficienti al presente scopo, mancanti del principale carattere, cioè della stabilità.

In vero tutte le opere di difesa si possono ridurre alle seguenti che vogliamo tutte analizzare relativamente alle nostre presenti condizioni locali.

Primieramente è da vedersi l'uso che potrebbe farsi dei pennelli.

Questi offrono un sistema di difesa il più riprovevole nel nostro caso. Poichè tali opere dette con vocabolo più giusto e più generale *ripari*, come avverte il Pechemann

hanno una missione temporanea , le loro radici sono con prestezza ritrovate dalle acque con l'abbattimento di tutto il manufatto.

Si aggiunga che le alluvioni che indubbiamente si verificano nelle sue vicinanze son tanti punti di ripercossa del filone contro la sponda opposta onde la difesa di un punto porta la corrosione nelle parti vicine.

Chi tali difetti dei pennelli meglio volesse rilevare , non avrebbe che a consultare il de Pechemann e massimamente il Guglielmini ed il Mari, i quali finiscono le loro importantissime lezioni d'Idraulica pratica col citare la rovina dei pennelli di Piacenza.

Il De Pechemann poi calcola il maggiore o minore grado di corrosione nelle adiacenti sponde del sito del pennello in funzione della sua direzione col filone della corrente. La stilata del ponte di Fiocca presso la sponda destra ci da prova evidente del modo come operano i pennelli, essendosi corrosa maggiormente quella sponda. Meglio di queste considerazioni generali crediamo utile considerare il pennello che potrebbe essere usato alla difesa di Arnone alla sua destra.

Con tale suo collocamento sia per la riflessione del filone operata dal pennello stesso che per quella causata dall'alluvione prodotta la sponda opposta rimarrà certamente intaccata, e si accelera per tal fatto la tanto temibile ricongiunzione di questo tratto con quello superiore, come innanzi fu notato.

Ne meno gravi sarebbero le tristi conseguenze del pennello posto alla difesa di Canello, poichè esso dirigerebbe i suoi sforzi alla rovina di Arnone.

Chi tale teoria vagheggiasse potrebbe solamente difendersi con moltiplicare in gran numero i pennelli ponendoli in ogni tratto corrosivo. Però in tali casi oltre alla spesa che sarebbe eccessiva cade molto in proposito una osservazione del Guglielmini circa l'asse idraulico del fiume, che a sentenza del detto autore viene a spostare il suo asse idraulico a secondo che cammina in magra in media od in piena.

Perciò, posto che il sistema dei pennelli sia in concerto per incidenze e riflessioni successive, tale accordo non potrà durare massimamente in piena e quando le corrosioni sono più temibili.

Segue da tali considerazioni che il sistema di difesa in pennelli , come pure quelli consistenti in *tappeti* , in speroni e tutti quelli in generale che francamente aggettano dalla ripa, sono da escludere nel presente caso , e consideriamo gli altri generi di difese frontali.

È da notarsi che nelle nostre considerazioni non sono applicabili le *semplici fortificazioni e rivestimenti frontali* poichè come rilevasi dalle sezioni fatte nei siti corrosi , non vi sono i soli *scrostamenti*, sibbene *sfaldamenti completi*.

Chi si limitasse ad ingrandire le scarpe ed a provvedere alla loro conservazione mediante i piantamenti di verde e a boschetto vedrebbe dopo poco tempo, che le corrosioni del piede della sponda minaccerebbero le parti superiori con demolimento di tutta l'opera.

Onde per la solidità bisogna prima assicurare la parte inferiore e poi procedere a quella fuori acqua. Così una sassaia in prima linea oppure una palificata con fascinate , o una scogliera mista con salciccione potrebbero fornire solidità alle sponde minacciate. Tali difese, per solide che si vogliono fare, risultano sempre temporanee, per le condizioni della località, specialmente perchè quelle curve non potranno mai raggiungere la necessaria curva di stabilimento occorrendovi un raggio di oltre 2000 m.

Intanto tali opere di difese dovrebbero farsi in 5 punti principalmente, cioè nei due gomiti superiori ed inferiori del primo lato della svolta di Branco, a destra e sinistra di

Arnone e sotto Canello, estensibile a monte fino all'ultimo gomito della detta volta di Branco, ad ogni angolo di riflessioni che fa tutta quella lunga lunata.

Consideriamo primamente quest'ultimo gomito solo limitato presso Canello.

Supposta costruita tale opera le corrosioni nel sito difeso saranno completamente evitate, non però quelle che si rinvengono nel principio di questa opera di difesa: quivi le corrosioni sempre si avanzano senza trovare ostacolo veruno, e ciò per la curva continua dell'alveo, e quindi sarebbe d'uopo protrarre l'opera di difesa in tutta quella curva!

E ciò malgrado dopo non molto la sassaia o gabbionata si troverebbe scalzata lateralmente ai suoi fianchi, i quali sebbene difesi da muri pure questi scalzati dalle radici per le corrosioni, sarebbero presto abbattuti e con essa tutta l'opera seguente. E ciò tanto più presto in quanto la corrente combatterebbe di fronte e non più lateralmente con una componente.

Così la corrente dopo non molto passerebbe alle spalle dell'opera di difesa, ritornando le sponde nello stato primitivo anzi di molto approssimate ai paesi, e per conseguenza sarebbero in peggiori condizioni.

A schivare tale danno potrebbe internarsi il muro nelle sponde.

Con tale ripiego oltre alla manutenzione continua si originerebbe una brusca risega nelle vicinanze di Canello, e questa oltre all'avanzarsi continuamente originerebbe una anomalia nel letto regolare del fiume, e nuove corrosioni si principierebbero dalle acque che trasformerebbero il loro moto *progressivo* in moto *vorticoso*, tanto nocivo per le sponde, come afferma il celebre Guglielmini nelle citate sue opere.

Tali conseguenze delle opere di difesa sono derivate dalla forma curva delle sponde da proteggere che sono ben lungi dal raggiungere il loro stabilimento e perchè si estendono essi lontano dai loro vertici con unirsi quasi con altre che le precedono e le seguono da non lasciare un tratto intermedio da potere far prendere il suo giusto posto all'asse idraulico del fiume e quindi si ha un continuo disordine nel suo regime.

Se si aggiunge che l'opera, in gabbionata risultante di materia vegetale dopo alquanto di tempo è destinata a finire, si vede quanta spesa di manutenzione si dovrebbe sostenere senza raggiungere lo stesso scopo prefisso. Valgano alla conferma delle nostre considerazioni le seguenti osservazioni del Mari.

Quando le cause di disordine di un corso di acqua non sono abbattute gli effetti non si possono impedire. Nessuna resistenza è valente contro l'impeto delle acque.

Ogni lavoro deve soccombere col tempo e rifatte mille volte, mille volte verrà distrutto da una forza che è sempre la stessa e da un elemento non soggetto a marcire e ad essere logorato come i ripari a lui contrapposti, perchè rinnovellasi ogni momento nel suo urto, ogni momento nella sua origine. La grande arte consiste o nel togliere la causa delle corrosioni o a menomarle fino a raggiungere la forza del terreno.

Dal predetto esame vedasi quanto inopportune sieno le opere di difese nelle presenti condizioni.

Il migliore consiglio, a cui dobbiamo attenerci, è nel togliere la causa delle corrosioni, cioè la tortuosità del fiume, i moltissimi angoli di briccola superiori ai gradi 36. dandosi almeno curvatura di conveniente raggio onde esse fossero di stabilimento. Tutto ciò può ottenersi con un raddrizzamento o taglio il quale mentre provvede alla completa salvezza di Arnone e Canello, non va disgiunto con altre opere che servono a risvegliare le industrie locali più affini a quelle agricole con una larga irrigazione della contrada ed estenderla anche alla alimentazione di acque potabili di ben 18 paesi dell'agro Aversano che attualmente ne difettano. Tali utilità si apprezzeranno nel seguito di questo progetto.

III.

**Discussione dei diversi tagli possibili.**

Cinque linee di taglio possono essere sostituite al vecchio corso del fiume. Ciascuna offre i suoi pregi e i suoi difetti. Solo dopo un accurato esame possiamo scegliere la più conveniente.

Esse rilevansi dal disegno della pianta della località alle linee tracciate in rosso e segnate coi numeri romani I II III IV V.

E chi non vede la naturalezza del primo tracciato, non cumula esso quasi tutti i pregi di un buon raddrizzamento? Esso ha perfetto imbocco sopracorrente e quasi sottocorrente, le grandi lunate abbandonate con guadagno immenso dell'agricoltura, la grande caduta d'acqua con sviluppo dell'industria locale sono dei pregi tali di questo taglio che riuniti a quelli che si avrebbero quando si considera che tale linea potrebbe essere parte del raddrizzamento generale del Volturno rendono questa linea così desiderabile, e sicuramente proprio che solo la strettezza in cui versano i Comuni d'Arnone e Canello; e la mancanza di un giusto soccorso o meglio la convenienza dell'industria privata possono deciderci a lasciare tale idea per le spese soverchie da affrontare sia per maggiore lunghezza del taglio, sia per nuove opere di presa a rifarsi nei due canali delle Bonifiche che pure abbiamo detto di non toccare per evitare di venire a fare una dimostrazione che non sarebbero state punto alterate le opere di bonifiche del basso Volturno.

Tale spesa che abbiamo considerato anche quando fosse grande verrebbe a larga mano compensata dal letto lasciato, ed occupato con vasche di piscicoltura avvicendate con le coltivazioni e della forza delle acque utilizzata dall'industria.

Perciò tale rettificazione, che meglio direbbesi *drizzagno* viene posta in secondo luogo per studiare altre linee più economiche, ma del tutto forse inutili, meno una, alla futura rettificazione generale del fiume da Capua al mare.

La seconda linea risulta di due archi di cerchio di 1200<sup>m</sup> di raggio quella sopracorrente ad Arnone e di 500<sup>m</sup> quella sottocorrente Canello, ognuna tangenti fra loro in mezzo ai due paesi e tangenti ai loro innesti superiori ed inferiori. Con tali curvature il fiume non avrebbe raggiunta la sua *curva di stabilimento* come potrebbe provarsi colle formole empiriche del Dubout riportate dal Mari e che in appresso avremo occasione di meglio considerare.

Ed inoltre conservandosi il letto in mezzo ai due paesi, un'alluvione accidentalmente prodotto potrebbe iniziare uno sviamento del filone contro le sponde e dare così il principio ad altre corrosioni, le quali sarebbero nuovamente temibili, per le nuove spese da ovviare e per la vicinanza in cui si trovano dei paesi da proteggere. È sempre prudenza d'allontanare il nemico anzichè invitarlo entro l'abitato.

Potrebbero però questi cerchi serbando il contatto ed avendo comune il raggio di 300<sup>m</sup> circa, già insufficienti essere condotti poco al disotto di Arnone come rilevasi dalla 3<sup>a</sup> linea tracciata sul disegno, ma questa, mentre partecipa in parte agl'inconvenienti del secondo tracciato, offre pure una lunghezza del nuovo alveo superiore ed un'altra 4<sup>a</sup> linea che potrebbe congiungere i vertici delle due curve sopra e sottocorrente Arnone prossimo all'ingresso del paese.

Però questa linea menerebbe non solo a dare all'alveo una grandissima sezione per

le ragioni che diremo in seguito ma porterebbe a fare delle opere di munienti nelle due curvature sopracorrente alla svolta di Branco, e l'altro immediatamente in seguito e sopracorrente ad Arnone, ed all'origine del taglio di questa linea; tali opere debbono essere evitate poichè costosissime specialmente per doversi fare delle scogliere con blocchi artificiali di enorme grandezza per resistere all'impeto della corrente non potendosi avere dei massi naturali di sì grande mole; tanto meno poi si potrebbero usare delle gabbionate o scogliere miste, per non eccedere in una spesa per sè stessa poco proficua.

Una 5ª linea infine è quella, che dalla piccola svolta rasenta la regione di fiumemorto sulla sponda destra del fiume al porto Cappuccino, così detto, e rasenta ancora sulla sponda sinistra il fondo Polledrara, Cajaniello, Lo Bauzo, racchiudendo il fondo detto Lagnone, tra questa linea ed il tronco del fiume, che resta derelitto, infilando l'asse del nuovo alveo col ben lungo rettifilo del fiume sottocorrente Cannello ed Arnone, e che precede la svolta di Caricchiano; ove si trova l'incile del canale delle Colmate sulla destra del Volturmo, sicchè per questo fatto solo non verrebbe punto alterato il regime del fiume in quell'ultimo tronco, che precede l'incile dell'anzidetto canale. Con questo taglio si ha così la più completa garanzia di sicurezza, che non va disgiunto da una spesa relativamente minore a quella delle altre, e ciò se per la non maggiore brevità del nuovo alveo, per le minori opere, che vi occorrono; evitandosi specialmente quelle di munienti delle sponde senza diminuire la loro stabilità nel contempo.

Permette pure questa linea potersi avere una forza motrice mercè un salto che risulta presso il ponte, che dovrà farsi nella strada presso Arnone e cui si promuoveranno industrie ed irrigazioni ordinarie non solo ma anche quelle eccezionali col sistema a pioggia.

Con siffatti benefici si potrà avere il concorso della industria privata senza il concorso del Governo, della Provincia e del Comune.

Riassumendo tale analisi può conchiudersi col ritenere sempre preferibile la prima linea, ma subordinatamente alla pochezza di mezzi, che in una tale opera debbono adoperarsi per vederla effettuata ed alla grande utilità, che può trarsene, è da ritenersi l'ultimo taglio l'unico a potersi attuare ed anche mercè il quale non si verrebbe a deviare da un possibile raddrizzamento generale da Capua al mare se venisse fatto recherebbe una utilità grandissima, sia perchè sarebbero salvi que' paesi disgraziati di Grazzanise ed altri, che già le loro case cominciano ad essere travolte dalle acque, ma quanto si avrebbe una maggiore ed estesissima irrigazione, un grande sviluppo di forza motrice, ed una non indifferente navigazione: poichè tutto il corso del nuovo alveo sarebbe navigabile con legni di grande portata, specialmente poi nel tratto da Cannello a mare, perchè questo si protrarrebbe fino a Cannello ove vi sarebbe un gran porto, come del pari lo avrebbero altri paesi, specialmente Capua. La quale per questo lavoro diverrebbe maggiormente inespugnabile avendo un canale navigabile che la mette in comunicazione col mare, e difesa lungo questo canale dalle alte arginature che formerebbero tanti spalti di fortificazione.

Il commercio poi sarebbe attivissimo stantechè tutti i prodotti delle Puglie, e delle Calabrie e forse anche quelli degli Abruzzi che vanno esportati all'Estero confluirebbero tutti a Capua per imbarcarsi onde prendere il mare a Castelvolturmo; mentre ora la maggior parte di prodotti vanno a Genova. Oramai è noto pur troppo che i trasporti per acqua sono di gran lunga inferiore a quelli per ferrovia e strade rotabili, nella citata memoria sul raddrizzamento dei fiumi si è riportato che un cavallo porta a schiena 100 chilogrammi, ne trascina 1000 sopra un carro per via di terra, 10000 sulle strade ferrate e 40000 sopra un canale senza corrente ed al passo.

Vi si trova inoltre anche ciò che può riflettere i vantaggi che risultano da un canale navigabile.

Infatti vi si legge :

« Lo smercio, quindi delle popolazioni che da ogni parte provengono per la facilitazione e buon mercato dei trasporti, attira meno speculatori e quindi operai anche di paesi lontani ; e quelle contrade che ora si vedono spopolate, si vedrebbero ben presto affollate di gente di ogni classe. Basta avere presente che la città di Chicago posta verso l'estremo meridionale del Lago di Michigan donde partiva il canale diretto all' Illinois e quindi al Mississippi non contava nel 1837 che 4000 abitanti e nel 1865 giungevano a 200000 ; il suo commercio era tale che nel 1867 si esportavano 15 milioni di ettolitri di grano, due milioni di barili di farina, 36000 tonnellate di carne salata e 16000 tonnellate di sego. Dopo tutte queste dimostrazioni non si potrà punto dubitare della felice riuscita di un' opera sì grandiosa ed arditamente specialmente per la parte del raddrizzamento , che già ne possiamo contare diversi e tutti ben riusciti non solo nella Scozia, nella Svezia ed in Francia , come rilevasi dal Minard , ma quelli eseguiti fin dai secoli XIV e XVII in Italia, il primo sul Po da Portalbero alla foce del Lambro in lunghezza di 13 miglia (distanza quasi eguale a quella da Capua al mare), ed il secondo sull' Adda , a monte ed a valle della fortezza di Pizzighettone, giusto come si riscontra nella pregiatissima opera del compianto idraulico Commendator Lombardini *Guida allo studio dell' Idrologia fluviale e della Idraulica pratica*. Tali opere comunque furono rifatte così lodevolmente da egregi idraulici, pure non potevano essere stabilite nelle basi dei veri dettami della scienza idraulica come lo si può oggi giorno per il suo maggiore sviluppo e progresso che ha fatto specialmente per il grande teorema d' Idrodinamica, cioè delle forze vive, che ha dato luogo al teorema di Daniele Bernoulli sul quale si fonda presentemente nella maggior parte l'Idraulica.

Facciamo voto perchè potessimo avere anche noi la sorte di fare nella contrada meridionale d' Italia una sì importante opera del raddrizzamento del fiume Volturno da Capua al mare sotto gli auspicii del re Umberto I e dell' egregio Ministro dei Lavori pubblici Comm. Baccarini, idraulico esimio , giudice competente ad approvare e propugnare tale lavoro che sarebbe degno di lui e farebbe rimanere imperituro il suo nome.

Stabilito dunque la necessità del taglio e la sua linea più conveniente sia sotto il rapporto tecnico, sia sotto quello economico, passeremo a stabilire le condizioni principali per la sua esecuzione , facendo precedere tutte quelle teorie e discussioni che sono indispensabili a far vedere tutta la grande oculatezza che si richiede in siffatte opere e che a nessuna si è trascurata. Indi passeremo a far vedere la necessità della irrigazione ed i metodi usati e quelli più proprii alle condizioni della contrada che abbiamo presa a considerare sia sotto il lato agricolo, sia dal lato dell' apprezzamento che suol farsi da quelle popolazioni onde venire a diradarne le tenebre in cui vivono proponendo una speciale legislazione che dovrebbero stabilire dal R. Governo. Infine saranno descritte e calcolate tutte quelle opere dandone gli analoghi disegni e rispettivi computi metrici onde desumerne dallo estimativo la spesa che occorrerà a fare tale lavoro. Si farà vedere ancora tutta quella utilità che da siffatta opera può trarsi , sia dal lato morale che materiale affinchè si possa vedere la convenienza di venire in soccorso la industria privata, esonerando coloro che avrebbero interesse e l'obbligo di farlo.

IV.

**Determinazione della sezione del nuovo alveo.**

La soluzione di questa parte del progetto è la principale e della massima importanza poichè tutti gli idraulici condannano i raddrizzamenti dei fiumi sieno totali che parziali, poichè trovano quasi impossibile l'attuazione dei tagli e ne pronosticano la loro cattiva riuscita, stantechè il fiume comincerà nuovamente a contorcersi non appena che sarà stato eseguito un raddrizzamento. Ciò è naturalissimo ed hanno ragione poichè quando si è praticato un taglio raddrizzando una parte del corso del fiume fra due lunate si vede dapprima straripare il fiume e poi in poco tempo cambiar direzione contorcendosi il corso nel nuovo alveo, oppure sopra e sottocorrente allungar cammino il fiume; e la ragione si è evidente, stantechè quando si fa un raddrizzamento non si tiene conto affatto della condizione imposta dal mare, che cioè non riceve la piena in minor tempo di prima; poichè nel periodo dello spirar del vento e in quello della marea montante si ha impedimento al passaggio di questa piena, e si forma alla foce una specie di chiusa che determina uno sgorgo intermittente ed è perciò che le acque passando per un alveo dritto con maggiore velocità ancora per la pendenza accresciuta di quel tratto, giungono più sollecitamente nel tratto sottoposto e per conseguenza nel mare; ma da questo vengono rigurgitate e son costrette ad allungare cammino per non produrre straripamenti. Tutto ciò trovasi ampiamente dimostrato nella memoria del Prof. Tessitore sul Raddrizzamento dei fiumi. Aggiungeremo poi anche altre dilucidazioni sul riguardo. Certamente tutti sanno che le acque dei fiumi sgorgano ordinariamente dai monti, scorrendo su rapidi pendii, perciò dalle loro origini al piano camminano sfrenate e poi rallentano il corso a misura che si approssimano al mare per le ragioni indicate innanzi e sicchè se fluissero per un canale in rettilineo, sarebbe d'uopo che vi fosse una grande sezione, come appunto si riscontra in tutti quei fiumi dritti e di lunghissimo corso; ma quelli più prossimi al mare camminano vaganti per siti di massima pendenza allungando il loro corso per formarsi così un alveo equivalente da contenere tutto l'eccesso di quelle acque che provengono dalla piena più sollecitamente che non possono scaturire nel mare per le anzidette ragioni d'intermittenza, la quale arreca il sormonto delle acque sulle sponde, e cagiona lo straripamento del fiume. Ma una volta che il fiume si ha formato nel progresso del tempo il suo corso naturale, viene ad essere stabilito. Laonde è chiaro che se il volume di acqua che passa pel nuovo alveo a farsi, impiega lo stesso tempo di quello che passava pria sul tratto antico che si abbandona, non avverrà novità alcuna nel regime idraulico del fiume e della piena principalmente, stantechè questo tempo veniva stabilito dalla secolare alternativa del mare che impedisce per più ore il libero deflusso delle acque provenienti dal fiume: poichè il loro moto è talmente rallentato da renderle stagnanti dove viene spenta la velocità ascensionale del mare, che nel caso in esame si estende fino ad 8 chilometri a monte della foce, secondo i pregevoli stati idrologici che si fanno dal Ministero de' LL. PP. Sicchè deve verificarsi la condizione del Prof. Tessitore stabilita nell'anzidetta Memoria del raddrizzamento dei fiumi, che le velocità debbono stare in relazione del tempo cioè  $t = \frac{L}{V}$  per l'antico canale, ed analogamente pel nuovo; perciò si ha  $\frac{L}{V} = \frac{L'}{V'}$  donde  $V' = \frac{L'V}{L}$ . Se ciò non

basta per coloro che potessero avere dei dubbi sulla esatta idea da noi svolta, potremmo venire alla medesima conseguenza percorrendo un'altra via. Suppongasi che al termine del bacino idrografico giunge un volume di acqua indicato con  $Q$  per ogni minuto secondo, e continuerà a fluire per un certo tempo  $t$ , che il mare si oppone a farlo entrare, cioè quanto dura il flusso o il vento dominante, e perchè le acque non spagliassero sulle adiacenti e sottoposte campagne, è d'uopo che siano convogliate in un recipiente ovvero in un alveo capace a contenerle e se questo ha una sezione  $S$ , è chiaro che per avere la lunghezza  $L$ , è duopo eguagliare le due quantità  $Qt = SL$  e quindi  $L = \frac{Qt}{S}$ . Ora questa lunghezza sarà appunto quella che si ha già stabilito il fiume nel progresso del tempo, e se si volesse abbreviare con rettilineo ne seguirebbe dalla detta equazione che la sezione dovrebbe essere aumentata poichè deve sempre sussistere la relazione  $Qt = SL = S'L'$  sicchè  $S' = \frac{SL}{L'}$  e se in luogo di  $S'$  metteremo il suo valore che si ha dall'altra equazione che ci viene dalla idraulica anche in funzione del volume  $Q = S'V'$  si dovrà avere anche  $Q = SV$  e sostituendo in luogo di  $S'$  il suo corrispondente  $\frac{Q}{V'}$  si ha

$$\frac{Q}{V'} = \frac{Q}{V} \frac{L}{L'}$$

dalla quale abbiamo  $V' = \frac{VL'}{L}$  che corrisponde precisamente alla stessa velocità  $V'$  trovata innanzi.

Comunque la saggia opinione espressa in detta memoria del Prof. Tessitore circa a stabilire il moto dell'acqua che deve avere nel nuovo alveo sia poggiata sul principio razionalissimo di ubbidire alle leggi immutabili della natura cioè di non turbare il regime della piena, pure perchè possa maggiormente confermarsi la via che dobbiamo seguire nel rincontro, non sarà male esporre la teoria medesima di una celebre autorità cioè del compiantissimo idraulico M. Dupuit.

Egli nella sua dottissima opera sul moto delle acque nei canali scoperti (*Etudes theoriques et pratiques sur les mouvement des eaux dans les canaux decouverts*) ragiona lungamente sul moto vario dell'acqua nei fiumi applicato ad un caso ove la corrente è arrestata, come se fosse, dalla chiusura di una porta sia allo estremo di un confluente che sbocca in un fiume, con piena, sia ad un fiume che sbocca nel mare con flusso. Se si chiude l'estremità di un canale la superficie dell'acqua si eleva. Sia  $Y$  l'altezza a cui è salita, se dal suo estremo si mena un'orizzontale e si traccia una curva di rigurgito o sgorgo costante, la superficie dell'acqua chiesta si dispone fra le due linee. Ma lo sgorgo è nullo alla porta e va crescendo verso a monte e perciò la curva ha una pendenza. Ma siccome sgorga una quantità  $q' < q$  perciò la sua pendenza è più debole di quella quando lo sgorgo è  $q$ . Basta determinare  $Y$  al termine del tempo  $t$  che dura sia la piena sia il flusso del mare per vedere se può avvenire la inondazione. Perciò osserviamo che al termine di questo tempo la quantità di acqua che si accumula presso la porta è eguale a  $tq$ . Se si è quest'acqua piazzata orizzontalmente,  $X$  è la lunghezza di questo rigurgito ed  $\frac{XY}{2} = tq$ . . . . (1); e poichè  $Y = i X$  si ha  $X = \frac{Y}{i}$ ; e sostituendo nella (1) se ne dedur-

rebbe  $Y = \sqrt{2itq}$ . Ma siccome la curva reale è superiore alla orizzontale e che risale fino alle sorgenti; si ha dunque in realtà  $Y < \sqrt{2itq}$ .

Se supponiamo al contrario che la superficie della corrente non differisce da una curva di rigurgito la cui equazione sarebbe

$$y = Ye^{-\frac{3iS}{H + Y + y}}$$

avremo che per determinare Y si deve avere la equazione

$$Y \int_0^{\infty} e^{-\frac{3iS}{H + Y + y}} dx = tq$$

per integrare il primo membro si può dare alla variabile y il valore costante  $\frac{1}{2}Y$  e quindi si ha:

$$Y \frac{(H + \frac{1}{2}Y)}{3i} = tq$$

da cui si ha:

$$Y = \sqrt{2itq + \frac{1}{9}H^2} - \frac{1}{3}H = \frac{2itq}{\sqrt{2itq + \frac{1}{9}H^2} + \frac{1}{3}H}$$

Ma siccome la curva del rigurgito per uno stesso valore di Y è superiore alla curva di ritenuta ed Y è più grande di quello calcolato così si può semplificare il denominatore e si avrà:

$$Y = \frac{3itq}{H} = 3iut$$

ammettendo questo valore pel rigurgito alla parte inferiore del canale si determinerà l'altezza di ritenuta in un punto qualunque del tronco di canale che si considera con la formola.

$$y = 3iut e^{-\frac{3iS}{H + \frac{3}{2}iut}}$$

Da ciò si vede che venendo il flusso del mare nel canale il cui fenomeno si ripete in ogni 12 ore e 25 minuti metà del giorno lunare avverrà un'altezza Y che giungerà al massimo dopo del tempo t, sia per lo effetto della durata del flusso stesso cioè di ore 6, 12' 30'', sia pure per la durata dello spirare del vento dominante che potrebbe essere anche maggiore del precedente; ed essendo che l'azione del vento si è sperimentata che quando la sua velocità raggiunge 45<sup>m</sup> a secondo fa correre l'acqua con una velocità di 9<sup>m</sup> a secondo. Inoltre sappiamo dallo stesso Dupuit che l'acqua di un fiume può entrare in quella del mare quando la velocità ascensionale di questo,  $\frac{Y}{t}$  è inferiore a 3iu che si ha dalla formola precedente, come egli nella citata opera dice: « si la vitesse d'ascension « se trouvait être au dessous de 3iu, l'eau douce ne serait pas refoulée par l'eau salée ».

Quindi da ciò si vede quanta influenza ha il mare sullo sgorgo dei fiumi in esso. Ora se si vuole raddrizzare un fiume facendo la larghezza dell'alveo eguale a quella che esiste sopra e sottocorrente al taglio, e si dà tutta la pendenza che risulta dalla differenza di livello è chiaro che  $q$  aumenta per l'effetto della maggiore velocità che ne risulterebbe per l'accresciuta pendenza e per conseguenza aumenterebbero, e più presto,  $y$  ed  $Y$ , e quindi ne avverrebbe il sormonto delle sponde e la inondazione. Però si potrebbe, restringendo la sezione diminuire la portata  $Q$  di tanto per quanto crescerebbe con la velocità  $U$  aumentata, poichè come si ha dalla idraulica che  $Q = SU$  ma il  $q$  della formola precedente è per metro lineare della sezione trasversale del canale cioè  $q = \frac{Q}{L}$  sicchè quando più sarebbe ristretta la sezione più crescerebbe il valore di  $q$  quindi se si volesse che questo valore  $q$  fosse inalterabile dovrebbe diminuire la portata  $Q$  che aveva prima il fiume in quel tronco cioè proporzionalmente alla restrizione della sezione, ed allora ne avverrebbe che il primitivo volume che viene dal bacino tributario o dagli influenti non potendo passarvi nello stesso tempo di prima dovranno elevarsi le acque nei loro alvei e straripare. Inoltre vi è da considerare pure che qualora si volesse rimanere la sezione come quella dell'antico alveo sopra o sotto corrente al tronco nuovo che si vuole raddrizzare allora si potrebbe dare tale velocità affinchè  $Q$  restasse invariato, in questo caso stante che occorre la stessa pendenza che aveva prima il fiume, vi risulterebbero dei salti tanto utili a creare della forza motrice. Sicchè pare che potesse adottarsi questo partito se però da un'altra considerazione che non può trasandarsi, poichè è la più interessante non se ne vedesse la impossibilità di adottarla. Infatti comunque si potesse dare tale sezione e velocità all'acqua nel nuovo tronco da non alterare il valore di  $q$  e  $Q$  pure le acque per l'accorciato cammino giungerebbero più sollecitamente presso la foce dove non potendo passare in un tempo minore di quello della durata  $t$  che ha la marea montante, o del vento dominante, si sovralteranno, e strariperanno fin dove il rigurgito si estenderà e quindi ne seguirebbero delle corrusioni delle sponde e di conseguenza i contorcimenti, e questi saranno più sentiti per quanto più si è abbreviato l'antico cammino alle acque le quali dovranno farsi un nuovo alveo di lunghezza come prima, oppure scavarsi una più grande sezione, come appunto si riscontra negli ultimi tronchi di tutti quei fiumi che si trovano nella condizione che le loro acque di piena giungano in minor tempo della durata del flusso o del vento, ed in taluni specialmente si vede non solo allargato moltissimo l'ultimo tronco ma anche si vede un grande *delta* suddiviso in vari rami con diverse direzioni onde meglio le acque spagliandosi possano entrare nel mare per la maggiore velocità che acquistano nei rispettivi canali senza però produrre rigurgito sopra corrente come avverrebbe qualora si restringesse l'ultimo tronco nel quale le acque passerebbero più velocemente spingendosi in quelle del mare. Con ciò se si ottiene di smaltire la piena un poco più presto di prima si produrrà sempre a monte della foce il rigurgito il quale alla sua volta produrrà gli indicati effetti di corrusione e contorcimenti come appunto dice il citato M. Dupuit nella detta sua opera a pag: 152: « Il va sans dire que l'étranglement dont « nous parlons empêcherait l'eau salée, d'entrer dans les courant mais ne détruirait pas « l'effet de la marée qui n'agerait plus que comme un barrage placé à l'embouchure et « dont on soulèverait la crête assez lentement pour qu'une tranche d'eau y pût toujours « couler ». A prescindere da tutto ciò se passeremo a considerare che essendo immutabile il tempo  $t$  durata della marea montante e per conseguenza della piena il di cui volume essendo stato stabilito da secoli dalle condizioni orografiche, meteorologiche, ed idrologiche,

così si ha formato tale corso il fiume da scaturire nel mare un dato volume  $Q$  per minuto secondo senza produrre superiormente rigurgito ne segue che se si vuole abbreviare cammino alle acque è d'uopo che queste giungano nello stesso tempo di prima sia alla foce sia alla sezione a valle del tronco che si vuole raddrizzare, sicchè conoscendo il tempo primitivo che si desume dalla velocità delle acque che aveva nel tronco che si vuole abbandonare cioè

$$t = \frac{V}{L}$$

e la portata che si ha dalla stessa velocità e dalla sezione, cioè:

$$Q = V\Omega$$

non che la lunghezza  $L'$  del nuovo alveo che si vuol fare si troverà la sezione che competerà a questo alveo. Dunque avremo:

$$\frac{L'}{t} = V' = \frac{Q}{\Omega'}$$

ma  $t$ ,  $Q$  si hanno da

$$t = \frac{L}{V}, \quad Q = V\Omega$$

e sostituendo si ha

$$\frac{L'V}{L} = \frac{V\Omega}{\Omega'}, \quad \text{cioè } \Omega' = \frac{L\Omega}{L'}$$

che sarebbe la chiesta sezione; ma se in luogo di  $\Omega$  ed  $\Omega'$  si mette la portata e la velocità si ha  $\frac{Q}{V'} = \frac{LQ}{L'V}$  e risulta la formola data dal Prof. Tessitore nella memoria sul raddrizzamento dei fiumi  $V' = \frac{L'V}{L}$ .

Ottenuta così la velocità dell'acqua nei diversi stadi del fiume che deve avere nella nuova sezione, questa dovrebbe stabilirsi in modo che la parte inferiore di essa possa permettere la sola portata in magra senza interrre o scavare il fondo, e così la parte superiore potesse far passare le acque medie e le piene straordinarie. Ma poichè vi sarà un salto verso il ponte sulla strada di Arnone ove vi verrà una chiusa per tenere alte le acque onde potersi stabilire la irrigazione di quella contrada, e sviluppare una grande forza motrice, non si potrà far risultare una velocità identica a quella che si riscontra in idraulica data dal Dubouat e dal Telford relativa alla natura del materiale di trasporto, che nel nostro caso sarebbe sabbia e limo; perciò dovrebbe essere la velocità al fondo nè maggiore nè minore di 0<sup>m</sup>,33. ma in tempo di magre le acque sono chiare e quindi non possono avvenire depositi di sorta. Questa sezione però dovendo essere per un tratto sottocorrente Arnone in rettilo in continuazione di quello che esiste attualmente sopra corrente al risvolta di Carinchiano, ove trovasi l'incile del diversivo per le colmate, così

questo tratto del nuovo alveo dovrà essere lungo 740 m: mettendo termine sopra Arnone e propriamente presso la strada provinciale all'ingresso del paese anzidetto. Da questo sito poi volge con leggiera curvatura di raggio 2110 m: va a raccordarsi sopra corrente con un altro rettilineo della lunghezza di 1058 m: In tal modo si ha il vantaggio di innestare i due rettilineo estremi del taglio con due rettilineo del fiume sopra e sottocorrente. Questo taglio dovrà farsi con ampia sezione avendo in centro una curva di stabilimento, che in seguito verremo a descrivere e ad indicare, e così non farà d'uopo di opera di muniti alla sponda concava per garantirla dalla corrosione delle acque come saremo per dimostrare. Il Mari nella precitata sua opera d'Idraulica pratica dice che il Duboat aveva osservato che in tutte le curve di stabilimento si aveva che l'angolo del gomito era tra 108° e 110° e l'angolo di briccola di 36° e la velocità media di 0<sup>m</sup>,812. Inoltre il raggio di curvatura si aveva dalla formola empirica.

$$\rho = l \frac{1}{\text{sen}^2 \frac{\beta}{2}}$$

essendo  $l$  la larghezza del fiume sopracorrente al gomito e  $\beta$  il detto angolo di briccola di 36° quindi il raggio di una curva già stabilito

$$\rho = 2,62 l$$

In questa formola come si vede vi è la larghezza del fiume che rappresenta la massa d'acqua che vi passa per ogni metro di altezza e con la velocità indicata ne segue la forza viva che attacca la sponda. Ciò non basta poichè egli riscontrava tali dati in quei fiumi, le cui sponde erano di terreno argilloso e che l'acqua presso la stessa aveva la velocità media suddetta di 0<sup>m</sup>,81; sicchè se queste sponde fossero di altro terreno il coefficiente indicato 2,62, e l'angolo di briccola dovrebbe variare inversamente alla consistenza del terreno; come pure se la velocità fosse più grande, è chiaro che la forza che investe la sponda sarebbe più grande.

Infatti quando una massa di acqua passa per un alveo curvilineo sviluppa una forza centrifuga contro la sponda concava che tende a corrodere, quale forza viene rappresentata da

$$F = \frac{mv^2}{\rho}$$

dunque se la velocità cresce aumenterà essa forza, come per contro se cresce il raggio di curvatura diminuirà la detta forza, sicchè variando  $v$  e  $\rho$  per avere l'equilibrio, deve sussistere l'equazione

$$\frac{mv^2}{\rho} = \frac{m_1 v_1^2}{\rho_1}$$

cioè che la curva resterà stabilita. Ora essendo che la massa è la stessa, perchè viene considerata nelle rispettive larghezze dei due canali, si avrà:

$$\frac{v^2}{\rho} = \frac{v_1^2}{\rho_1}$$

e quindi sapendosi  $v_1$ , si ha il raggio che deve avere la curva di stabilimento del nuovo canale

$$\rho_1 = \rho \frac{v_1^2}{v^2}$$

Con tale raggio dunque avremo che la curva da stabilirsi nel nuovo canale che noi consideriamo, essendo che il terreno è argilloso come quello sperimentato dal Dubouat, non sarà mai attaccata dalle acque.

Da tutto ciò che fin qui abbiamo esposto emerge che per stabilire la sezione da darsi al nuovo canale, composto di due tratti rettilinei, accordati con una curva, fa d'uopo di avere la lunghezza  $L$  del tratto che si abbandona, la lunghezza  $L_1$  di quello nuovo, e la velocità  $v$  dell'antico alveo: da questi dati si ha la velocità  $v_1$ , che deve avere il nuovo alveo, sicchè:

$$v_1 = v \frac{L_1}{L}$$

Ottenuta questa e sapendosi il volume  $q$  della portata e l'altezza  $h$  delle sponde, si ha la larghezza media del nuovo canale;

$$L = \frac{q}{v_1 h}$$

e quindi il raggio della curva

$$\rho_1 = 2,62 \left( \frac{v_1}{0,81} \right)^2$$

Sostituendo i dati si hanno i surriferiti valori di  $L_1$ ,  $v_1$  e  $\rho_1$ . Ma ci resta ancora un'altra parte non meno difficile di tutto ciò che testè si è detto, la larghezza media: per averla ci è d'uopo conoscere l'altezza  $h$ . Se questa si potesse avere da un canale regolato il moto uniforme ce la darebbe, ma in un fiume, ed un fiume come il Volturno che ha tortuosità immense, strozzature, vortici, scanni, sicchè si vede l'altezza  $h$  variare in ogni poco, perciò non potrà farsi assegnamento di sorta neanche sul moto permanente e vario, comunque in questi casi della teoria ci viene indicato la equazione del moto vario

$$dz = \frac{u du}{g} + \varphi ds$$

che, integrata  $z$  ci dà

$$z = \frac{u^2 - u_0^2}{2g} + \int_0^s \varphi ds$$

oltre che il Minard non trovò identica la portata che calcolò con questa equazione, alla portata che effettivamente s'ebbe dalla esperienza, e quindi ben dice il Dupuit nella detta sua opera:

« Il faut renoncer dans la pratique à deduire de la difference des forces vives de « deux sections voisines, soit la pente, soit le produit du cours d'eau ».

Infatti il termine  $\frac{u^2 - u_0^2}{2g}$  potrebbe avere una grande influenza sull'altro  $\int_{\lambda}^{\lambda} \varphi ds$  essendo le sezioni diverse, comunque sono vicinissime, come consiglia la teoria di fare, perciò sarebbe d'uopo, perchè questa influenza potesse sparire, di fare le sezioni molto distanti, ma allora sarebbero in opposizione della teoria specialmente perchè il coefficiente di attrito non potrebbe essere ritenuto eguale a quello che si ottiene dal moto uniforme pel quale fu stabilito, e nè si potrebbe sapere, poichè nulla ancora si ha sul proposito nello stato attuale della scienza, come del pari non si è ancora ben definito l'altro coefficiente che si applica al primo termine, che si è veduto doversi introdurlo per portarvi delle modificazioni necessarie anche sia corretto, ma neanche finora vi si è giunto poichè alcuni idraulici lo hanno trovato di dover essere 1,47 mentre altri appena superiore all'unità ed il Bazin infine di  $1 + 210A$ , essendo  $A$  quello che si deve introdurre nel secondo termine che viene dall'equazione del moto uniforme che corrisponde a  $b_1$ , della formola  $Ri = b_1 u^2$ .

Dunque abbiamo dovuto avvalerci di dati sperimentali secondo le norme che la scienza idraulica c'insegna, cioè che dovendo noi conoscere a quali altezze giungano le acque ne' punti prossimi all'innesto del taglio a monte ed a valle di esso nelle piene straordinarie così è stato d'uopo fare degli esperimenti, ne' diversi stati del fiume, della velocità ed altezza d'acqua in alcune sezioni diligentemente prese presso quei tronchi e quindi dedurre una formola lineare mercè la quale sapendo la portata si può ottenere l'altezza di acqua nel canale e quindi si ha  $y$  dalla formola

$$Q = \alpha y + \beta$$

detta innanzi. Ora perchè si avessero più esattamente che sia possibile i due coefficienti  $\alpha$   $\beta$  li determineremo con gli anzidetti esperimenti, scegliendo quelli di eguale peso, col metodo dei minimi quadrati le di cui formole sono:

$$\alpha = \frac{m \Sigma y Q - \Sigma y \Sigma Q}{m \Sigma y^2 - (\Sigma y)^2} \qquad \beta = \frac{\Sigma y^2 \Sigma Q - \Sigma y \Sigma y Q}{m \Sigma y^2 - (\Sigma y)^2}$$

(V. Appendice n.° 1).

Ma per avvalerci di siffatte formole è d'uopo sapere tutte le portate  $Q$  relative alle diverse altezze  $y$  dell'acqua nel fiume, le quali si hanno direttamente per differenze prese su di un piano di rapporto stabilito sulle sponde fra due idrometri e con queste altezze messe sul fondo delle rispettive sezioni diligentemente prese in magra, si conosce la corrispondente superficie e quindi prendendo la media fra le due sezioni del tronco considerato, e con la velocità media si sono ottenute le diverse portate  $Q$ ; intanto per aversi la velocità media era d'uopo prendere quella in superficie al variare di ogni altezza d'acqua  $y$ ; però siccome il coefficiente di correzione sappiamo dagl'idraulici che si è sperimentato essere variabile con la stessa altezza, così ci siamo avvalsi della seconda formola di Hagen come la più esatta fin oggi conosciuta, cioè  $U = V_s (1 - 0,0582 \sqrt{y})$  essa è anche più adatta al nostro caso, poichè si ottenne sulla esperienza dedotta da fiumi abbastanza larghi e con molta velocità da annullare le influenze della coesione della superficie liquida superiore, e sulla velocità stessa.

Un altro esperimento abbiamo creduto fare cioè di conoscere quale pendio si otteneva dalla superficie dell'acqua nelle diverse altezze riferendole allo stesso piano orizzontale tra le due sezioni del tronco considerato, affinchè avessimo potuto conoscere a quale moto appartenesse quello che avea l'acqua del fiume onde potere adattare la formola più conveniente per stabilire la sezione del nuovo alveo. Dai surriferiti dati, dunque abbiamo ottenuto che le due formole  $v = K \sqrt{Ri}$  pei due tronchi considerati determinando il coefficiente  $K$  anche col metodo dei minimi quadrati nelle formole  $K = av + b$  che rispondono a quelle del celebre Guglielmini il quale la sostituì a quella del Castelli per quel tratto del fiume nel quale egli era di avviso che la velocità dipendesse unicamente dall'altezza d'acqua. Perciò con questa formola monomia del moto uniforme  $U^2 = \frac{4gycos\varphi}{3\alpha}$  si avrà la velocità in funzione dell'altezza  $y$ , nella quale  $\alpha$  un coefficiente 0,003 e  $cos\varphi$  la pendenza poichè è l'angolo che il fondo fa con la orizzontale e  $g$  la gravità. Si dovrebbe quindi, sapendo l'altezza d'acqua e la velocità che deve avere la stessa nel nuovo canale trovare la pendenza. Però adopereremo la formola ordinaria  $V = K \sqrt{Ri}$ , nella quale  $K$  è quello che si ha dalla formola nostra  $K = av + b$ , risultata dalle esperienze ed è in funzione del raggio medio  $R$ .

Ora abbiamo dalle osservazioni eseguite nei tronchi a monte ed a valle che i coefficienti delle indicate formole sono: a monte  $\alpha = 378$  e  $\beta = -674$  e pel tronco a valle  $\alpha = 373,6$  e  $\beta = -802,2$ . Sicchè per le due portate che sono indicate dal Ministero dei LL. PP. in m. c. 2000 per le piene straordinarie e 1350 per le piene massime ordinarie, si ottiene l'altezza di acqua a monte nei due stadi di 7<sup>m</sup>,50 e 5<sup>m</sup>,75. La velocità corrispondente alle massime altezze d'acqua in detti tronchi le desumiamo dalle rispettive sezioni medie e dalle due portate. La sezione media nel tronco a monte è di m. q. 647,54 coll'altezza d'acqua di 7,08 e l'altra di m. q. 476,47 coll'altezza di 5<sup>m</sup>,35. Sicchè le velocità medie che avremo sono:

$$V = \frac{2000}{647,54} = 3^m,24 \quad \text{e} \quad V = \frac{1350}{476,47} = 2^m,83,$$

Intanto il taglio progettato secondo la 5<sup>a</sup> linea risulta della lunghezza di 3570<sup>m</sup>, però la parte che dalla strada ove s'innesta il tronco curvilineo fino al fiume sottocorrente ad Arnone e Canello della lunghezza di 740<sup>m</sup> dovendo essere di sezione quasi identica all'antico alveo col quale s'innesta così resta la lunghezza del nuovo alveo ridotta a soli metri 2830 dei quali 1772 curvilineo e metri 1058 in rettilo. L'antico alveo che resterà derelitto è di 5433<sup>m</sup> dal quale è d'uopo dedurre una lunghezza di 740<sup>m</sup> identico al tronco che dovrà innestarsi sottocorrente al taglio. Si ha che la lunghezza da tenersi a calcolo è di 4693<sup>m</sup>. Quindi secondo il principio innanzi esposto che l'acqua deve percorrere il nuovo alveo nel medesimo tempo che impiegava a percorrere l'antico, così si deve avere la relazione  $\frac{L}{V} = \frac{L'}{V'}$  detta innanzi, donde  $V' = \frac{VL'}{L}$ . Ora essendo la  $L$  ed  $L'$  la lunghezza 4693 e 2830 e  $V = 3,09$  nelle piene straordinarie si ha la velocità che deve avere l'acqua nel nuovo alveo in questo stesso stadio la quale risulta di 1<sup>m</sup>,87 ed egualmente la velocità delle piene ordinarie è di 1<sup>m</sup>,70. Con tali velocità e con le relative por-

tate ed altezze di acqua si hanno la larghezza media della nuova sezione cioè:

$$l = \frac{Q}{V_y} = \frac{2000}{1,87 \times 7,08} = 151,05$$

e l'altra

$$l' = \frac{1380}{1,70 \times 5,35} = 148,39$$

Con siffatte due larghezze medie dovendo corrispondere a due altezze diverse si determina la inclinazione della scarpa interna dell'alveo, mercè la relazione

$$7,08 - 5,35 : 151,114 - 148,43 = 1 : x$$

da cui

$$x = \frac{151,05 - 148,51}{7,08 - 5,35} = 1,54$$

Con questo rapporto di 1 di altezza per 1<sup>m</sup>,54 di base si ottiene che la sezione deve avere al fondo la larghezza di metri 140,15 e sulla linea delle piene straordinarie di metri 161,95; e quindi di metri 151,05 la larghezza media del tronco sopracorrente alla strada provinciale che mena ad Arnoue.

Questo tronco dev'essere una parte in curva per raccordare i due assi che vengono in rettilineo dai tronchi dell'attuale alveo per lo imbocco del taglio, sopra e sottocorrente di esso, quali assi formano tra essi un angolo di 130° e di conseguenza si ha l'angolo al centro di 50°. Inoltre questo tratto curvilineo deve avere un raggio da determinarsi colle norme dianzi esposte mercè gli esperimenti del Dubouat sulla quantità di forza viva che presso la sponda concava si sviluppa e quindi averci il raggio:

$$\rho = \frac{2,62 \text{ } l v_c^2}{(0^m,81)^2}$$

e sostituendo ad  $l$  e  $V$  i valori ottenuti si ha

$$\rho = \frac{2,62 \times 151,05 \times 1,87^2}{0,6561} = 2110$$

A questo raggio si aggiungano le distanze che partono dalla larghezza media per andare alla cresta dell'argine e così questo sarà tracciato: egualmente sarà sottratto dalla detta larghezza media la mezza differenza della larghezza del fondo e si segnerà questa stessa linea, ed egualmente sarà segnata la curva interna del ciglio dell'argine della sponda convessa.

Ora è mestieri di stabilire la pendenza del fondo; ciò si ottiene mercè l'anzidetta formola  $v = K \sqrt{Ri}$  la quale è la più propria ad essere applicata essendo che abbiamo trovato che essa corrispondeva alle pendenze ottenute, come abbiamo detto innanzi nelle nostre osservazioni per determinare l'altra formola lineare, che ci occorreva a rinvenire

l'altezza d'acqua nelle piene straordinarie. Sicchè la pendenza del fondo l'abbiamo dalla detta formola:

$$i = \frac{v^2}{K \cdot R}$$

nella quale sostituendo i valori di  $v$  ed  $R$  innanzi trovati pel nuovo canale avremo:

$$i = \frac{3 \times 0,003 \times 1,87^2}{4 \times 9,81 \times 7,08} = 0^m,000114$$

con questa pendenza quindi determiniamo quella del detto canale pel tronco allargato cioè dall'origine del taglio sopra corrente fino al ponte, della lunghezza di 2830<sup>m</sup>.

Ora passiamo a determinare la sezione del tronco a valle del ponte fino allo innesto dell'antico alveo sottocorrente a Canello ed Arnone. Come abbiamo detto che cioè deve questo tronco avere delle condizioni da non turbare punto l'altro che lo segue dello antico alveo all'estremo del quale presso la svolta di Caricchiano si trova l'incile del canale delle colmate, così è d'uopo stabilire la sua sezione e pendenza corrispondente a quello dell'anzidetto tronco a valle che ha presso il punto d'innesto. Noi dalle anzidette osservazioni istituite per conoscere l'altezza d'acqua che avremo dovuto assegnare a questo tronco l'abbiamo rinvenuto essere di 7<sup>m</sup>,50 per le piene straordinarie, intermedia quasi a quella data dal Ministero dei LL. PP. in 7<sup>m</sup>,22 e l'altra che si aveva dalla sezione del fiume in quel dipresso ove dovevasi impiantare un ponte in legno progettato dall'Ingegnere Mililotti già Direttore delle Bonifiche, la cui altezza fino al palco del ponte di 7<sup>m</sup>,80. Ora conoscendo l'altezza che dobbiamo dare alla sezione di questo tronco e la pendenza che desumiamo dalle due quote di fondo nelle due sezioni A e C, presso lo innesto del taglio, una di 3<sup>m</sup>,338 e l'altra 3<sup>m</sup>,408 con la distanza di 188<sup>m</sup>,70 risulta di metri

$$\frac{3,408 - 3,338}{188,7} = 0^m,000371$$

Con questa pendenza e con l'altezza di 7<sup>m</sup>,50 e con la formola lineare della velocità  $K = av + b$  che deve avere l'acqua in questo tronco mercè l'altra formola, della velocità  $V = \frac{Q}{S}$  e  $V = K \sqrt{Ri}$ , in cui sostituendo ai simboli i valori corrispondenti e risolvendola rispetto ad  $S$  si ha

$$S = \frac{Q(1 - a \sqrt{Ri})}{b \sqrt{Ri}};$$

e quindi avremo la sezione la quale deve lasciar passare la piena straordinaria in metri cubici 2000; però in detta formola vi è d'uopo mettere l'altezza  $y$  delle acque in luogo del raggio medio  $R$ ; è quindi divisa per l'altezza d'acqua di 7<sup>m</sup>,50 ci dà la larghezza media approssimata. Ora essendoci l'altra condizione, cioè che questo tronco deve innestarsi coll'antica sottocorrente, così non potremmo serbare il medesimo procedimento tenuto pel tronco a monte del ponte per stabilire la inclinazione delle scarpe, poichè

in questo caso, coll'altezza ottenuta dalla indicata formola lineare di 5<sup>m</sup>,75 per le piene ordinarie di metricubici 1350, si avrebbe che le sponde dovrebbero essere verticali, cosa che non può farsi per un canale in terra, perchè il fondo del fiume a valle di questo tronco nel suo innesto è di 64<sup>m</sup>,00 quindi non potremmo fare altro che dare una inclinazione alle scarpe di 45°, prossimo all'angolo di quelle terre stesse di natura argillosa. Ottenuta così la sezione si avrà il raggio medio R che si metterà nell'anzidetta formola e si avrà un secondo valore di s più approssimato, e così si avrà un terzo valore, a meno che non si voglia risolvere direttamente la formola di 3.° grado rispetto ad l che risulta di metri 76,40. Le scarpe esterne quindi per siffatte ragioni saranno determinate in tutto il corso del nuovo alveo in questo modo.

V.

**Determinazione degli Argini.**

Questi dovendo contenere le acque parte delle piene ordinarie che quelle straordinarie è d'uopo che siano bene stabiliti, perchè sia evitata qualsiasi causa di rotta e siano eliminati i possibili dubbi che all'uopo potrebbero sorgere per ingenerare quel panico tanto nocivo in simiglianti opere. Noi andremo esaminando partitamente colla scorta dei dettami della scienza tutte le cause che possono attaccare la stabilità di essi e dimostreremo quali sono le resistenze che vi si debbono opporre. Intanto assumeremo per dimensione della cresta di questi argini la larghezza di 2<sup>m</sup>,50, la più ristretta possibile per permettere il passaggio ai pedoni; e le scarpe quella interna segue quella della sponda essendo questa infroldo ed è 1<sup>m</sup>,54 di base per 1 di altezza pel tronco a monte del ponte: e la scarpa esterna è di 1,192 di base per 1 di altezza. La massima altezza degli argini pel tronco a monte del ponte è di 3<sup>m</sup>,905 e quella pel tronco a valle è di 6<sup>m</sup>,014 e la esterna di 4<sup>m</sup>,655, e l'altra cioè quella a valle ha la base della scarpa interna di 3<sup>m</sup>,645 e la esterna 4<sup>m</sup>,345. Con tali dati abbiamo dalla statica che per avere 1.° la stabilità allo spostamento

$$\frac{1}{2} a^2 < afp + afg (a + p)$$

sostituendo avremo

$$\frac{1}{2} 3,905^2 < 3,91 \times 0,75 \times 4,655 + 3,905 \times 0,75 \times 1,460 (2,50 + 4,655)$$

cioè

$$7,625 < 47,135$$

2.° per la stabilità al rovesciamento

$$\frac{1}{6} a^3 < \frac{1}{2} abp + \frac{5}{6} ap^2 + aG \left( \frac{1}{2} b^2 + \frac{3}{2} bp + p^2 \right)$$

Come si vede le condizioni di stabilità in questi due casi sono immensamente eccessive per quanto occorre. Ma noi per maggiore sicurezza la esamineremo ancora sotto altre

due condizioni: una che l'argine fosse investito direttamente dalla corrente, e l'altra per la forza viva che può avere l'acqua infiltrandosi a traverso i terreni permeabili, e quindi dar luogo ai sifoni sotto gli argini producendo la rotta di questi.

... Pel primo caso supponendo che l'argine fosse urtato normalmente nella condizione più sfavorevole della corrente colla velocità che ha nelle piene straordinarie di 1<sup>m</sup>,87, si ha la spinta orizzontale di

$$2a \frac{V^2}{2g} \text{sen} \varphi^2$$

e la verticale

$$2p \frac{V^2}{2g} \text{sen} \varphi^2$$

riferite poi queste forze al piede esterno dell'argine si ha il momento della spinta orizzontale =  $a^2 \frac{V^2}{2g} \text{sen} \varphi^2$  ed il momento della spinta verticale =  $p \frac{V^2}{2g} \text{sen} \varphi^2 (2b + 3p)$ . Intanto le due operazioni precedenti per i due primi casi considerati si adatteranno al caso presente, come ci dice il Venturoli pag. 164 vol. 2.<sup>o</sup> Meccanica applicata; aggiungendovi nei primi membri i termini  $2a \frac{V^2}{2g} \text{sen} \varphi$  ed  $a^2 \frac{V^2}{2g} \text{sen} \varphi^2$  rispettivamente e nei secondi membri i termini  $2fp \frac{V^2}{2g} \text{sen} \varphi^2 (2b + 3p)$ . Ora avendo supposto che la corrente urti normalmente l'argine, l'angolo  $\varphi$  è di 90°, il cui seno è l'unità, e quindi le dette due equazioni risultano, la prima:

$$\frac{1}{2} a^2 + 2a \frac{V^2}{2g} < afp + aG(b+p) + 2fp \frac{V^2}{2g} (2b + 3p)$$

e la seconda:  $\frac{1}{6} a^3 + a^2 \frac{V^2}{2g} < \frac{1}{2} abp + \frac{5}{6} ap^2 + aG(\frac{1}{2} b^2 + \frac{3}{2} bp + p^2) + 2fp \frac{V^2}{2g} (2b + 3p)$

in cui  $a$  è l'altezza dell'argine eguale a 3,905  $f = 0,75$  coefficiente di attrito,  $p = 4,655$  base della scarpa,  $G = 1,460$  peso specifico della terra; sostituiti anche in queste i rispettivi valori risulta:

$$12,92 < 24,31 \quad \text{e} \quad 13,38 < 76,89$$

dalle quali si vede quanto eccesso di resistenza oppongano quegli argini malgrado una supposizione di elevarsi l'acqua fino alla cresta di essa, locchè non è, essendo di 1<sup>m</sup>, sotto, e che avessero questi la massima altezza sul piano della campagna.

Ora vedremo ancora l'ultima condizione dipendente dalla forza viva dell'acqua che ha per infiltrarsi attraverso i terreni, secondo una nuova nostra teoria, comunque questi essendo argillosi calcari poco permettano la infiltrazione.

Noi intanto facciamo la seguente considerazione che l'acqua può infiltrarsi a traverso il terreno secondo la forza viva posseduta dall'acqua stessa, sicchè applicando il teorema delle forze vive abbiamo che l'incremento subito dalla forza viva mentre passa pel disotto

dell' argine, cioè che ha descritto lo spazio  $s - s_0$  è eguale al lavoro della forza corrispondente a questo spazio:

$$\frac{mV^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = \int_{s_0}^s p ds$$

Ora essendo che la forza  $p$  è costante la equazione della forza viva diventa:

$$P (S - S_0) = \frac{V^2 - V_0^2}{2g} K \dots (1)$$

essendo  $K$  il peso della massa in movimento e  $g$  l'accelerazione. Ora per semplificazione di calcolo facendo le seguenti considerazioni che essendo la velocità in funzione dell'altezza  $a$ , e quella all'origine eguale a zero; ed essendo anche il valore di  $K$  in funzione della stessa altezza  $a$  e dovendo essere la forza  $P$  costante, essa rappresenta la resistenza che si deve opporre, e chiamando  $\pi$  il peso specifico dell'acqua e  $\delta$  quello della terra, si può

ridurre la eq: (1) ad  $s - s_0 = \frac{\pi}{\delta} a^2$ ; sostituendo ad  $a = 3,905$ ,  $\delta = 1460$ ,  $\pi = 1000$  avremo

la spessorezza che deve avere l'argine al piano della campagna  $\frac{1000}{1460} \times 16 = 11^m$ .

Noi abbiamo che gli argini hanno una base di  $13^m,17$  ancora maggiore di quanto occorre. In quanto a quelli poi pel tronco a valle del ponte che sono alquanto più stretti per essere più piccola la scarpa interna, essendo  $45^\circ$ , pure colla indicata formola si dovrebbe avere nel sito ove l'argine è più alto di  $3^m,645$  una spessorezza di  $9^m$ , mentre ne ha  $10^m,48$ ; sicchè questi soddisfano alle condizioni della massima stabilità.

## VI.

### Costituzione del salto sotto il Ponte.

Dallo innesto del tronco curvilineo con quello a valle del ponte risulta un salto, poichè le quote di cotesti estremi essendo di  $3^m,333$  quella a monte e di  $1^m,97$  quello a valle, si ha differenza di livello di  $1^m,365$ , dalla quale deducendo le due pendenze totali dei due tronchi dianzi assegnate in  $0^m,589$  cioè nel tronco a monte della lunghezza di  $2830^m$ , con la pendenza di  $0^m,000114$  si ha  $0^m,322$  di perdita di altezza e pel tronco a valle del ponte fino al fiume della lunghezza di  $720^m$ , con la pendenza di  $0^m,000371$ ; si ha così un'altra perdita di altezza di  $0^m,267$ . Quindi l'altezza del salto è di  $0^m,776$ . Ora dovendo passare le acque per questo salto è d'uopo che esse venissero guidate in un modo da non produrre un moto ondulatorio attaccando il fondo e le sponde, sicchè è d'uopo configurare la parte inferiore del salto nel senso longitudinale secondo la traiettoria della vena idrica raccordata con arco cicloidale allungato presentando nella parte superiore la convessità in alto ed in quella inferiore la convessità in basso, e per la sezione trasversale con curve paraboliche verso le sponde venissero egualmente raccordate col fondo in tutti i punti d'intersezione.

Sicchè risultano i profili della traiettoria presso le sponde di lunghezza doppia di quella dell'asse, che in questo si ha di circa 7 volte l'altezza del salto. Così le acque sono

invitate a scendere pel salto senza disturbo di moto e non urtano bruscamente il fondo e le sponde da corroderle. Egualmente saranno fatti tutti gli altri salti dei canali, dei motori idraulici, che menano le acque nel fiume sottocorrente al salto principale. Tanto questo che gli altri inferiori, tutto il bacino ove viene impiantato il ponte, gli altri edifici industriali e dei motori avranno un rivestimento generale di basoli con uno strato sottoposto di calcestruzzo dello spessore di un metro.

## VII.

### Ponte.

Il ponte che cavalcherà il nuovo alveo sarà un'opera di non minore importanza, poichè esso non potrà essere molto alto per la condizione della strada e dovrà essere a sbiego stantechè l'asse della strada intersega quello dell'alveo sotto un angolo di  $76^\circ$ , locchè determina l'angolo di sbiego di  $14^\circ$ . Intanto perchè il suo piano d'imposta e l'intradosso stesso della volta si possa trovare al disopra delle piene straordinarie per metri 2, come viene ordinariamente prescritto, noi abbiamo fissato per maggiore sicurezza a  $2^m, 50$  il piano dell'intradosso alla chiave, per tal ragione ci è stato d'uopo di alzare il piano stradale di  $4^m, 15$  su quello attuale, facendo inclinare i due tronchi della strada per una lunghezza di  $150^m$  da ciascun lato e dando una leggiera pendenza del  $2,77$  p. 010 è perciò che abbiamo dovuto dare una freccia piccolissima all'arco di  $\frac{1}{18}$  limite a cui si è

giunto con tutta sicurezza possibile e bellezza nel contempo dagli esperimenti eseguiti dal celebre Dupuit in occasione della costruzione del ponte sulla strada de Rennes e della strada du Louvre a Paris, e registrati nella sua opera: *Traité de l'équilibre des voutes et de la Construction des Ponts en Maçonnerie*: e ci compiaciamo di riportare un brano sul riguardo: *En résumé une surcharge de 1656 Kg<sup>m</sup> par metre carré, en sus du poids que « la voûte est destinée à porter n'a produit sur cette voûte que des mouvements plus « faibles que ceux dûs aux variations de temperature . . . on peut faire en maçonnerie « de pierre de taille des voûtes de grande portée surbaissées au dix huitieme »*. La larghezza del ponte l'abbiamo anche stabilita con le norme date nella detta opera, dove dice: *« La largeur necessaire pour une voie charrettiere est de 2<sup>m</sup>, 40 et de 4<sup>m</sup>, 40 pour voies « charrettières, les trottoires peuvent à la grande rigueur n'avoir que 6<sup>m</sup>, 60 chacun de « largeur; de sorte que la largeur minimum entre parapets, d'un pont a deux voies de 5<sup>m</sup>, 60. »* Noi abbiamo appunto stabilito questa larghezza alla quale aggiunto lo spessore dei parapetti in  $0^m, 40$  si ha la larghezza del ponte in metri 6. La lunghezza del ponte è di  $82^m, 05$  e secondo la normale all'alveo è di  $80^m$ , sicchè potrà stabilirsi a tre archi di corda ciascuno di  $25^m, 22$  secondo la normale e di  $26^m, 00$  secondo lo sbiego, senza tener conto del passaggio delle acque, poichè non si potrebbe avere rigurgito nel tratto a monte perchè vi esiste un salto di  $0^m, 776$  tra quel tratto ed il sito del ponte. La freccia essendo  $\frac{1}{18}$  risulta di  $4^m, 45$ . Lo spessore della chiave come per i ponti retti e per archi

di cerchio, così pure nei ponti a sbiego abbiamo dallo stesso Dupuit dev'essere di  $0,15\sqrt{C}$  essendo C la corda; quindi risulta di  $0,15\sqrt{26} = 0^m, 77$ . Al di sopra dell'estradosso vi occorre la cappa di calcestruzzo ed il basolato che unitamente ha lo spessore di  $0^m, 30$ .

Le altezze delle pile risultano di  $8^m, 55$  ed il loro spessore all'imposta va determi-

nato colle medesime norme ed ammaestramenti del Dupuit, l'ufficio delle pile è di resistere soltanto al peso che vi gravita, sia della volta sia dei carichi che transitano sul ponte; sicchè dovendo resistere alla compressione esse possono essere esigue immensamente: infatti nel nostro caso il peso di una semivolta per metro lineare della profondità del ponte è di chilogrammi 31040 e quella del sopraccarico è di Kg. 7800 in ragione di Kg. 7760 per metro lineare di esse doppio della somma dei precedenti, essendo due semivolte, se assegneremo il minimo peso che si usa adottare per lo sforzo di compressione Kg. 6 per centimetro quadrato per le pietre calcaree, vediamo che vi occorre una superficie di centimetri quadrati 13000 e poichè si ha la larghezza di metro uno, così si può avere uno spessore alla imposta di 1<sup>m</sup>, 30; intanto noi gli abbiamo dato lo spessore di 2<sup>m</sup>,50 di gran lunga superiore al precedente, e ciò come si riscontra in tanti altri ponti, fra gli altri quelli del ponte sul Tamigi di 2<sup>m</sup>,59 di 6<sup>m</sup> di altezza; Ponte di Iena di 3<sup>m</sup>, altezza 7<sup>m</sup>; Ponte di Austerlitz di 3<sup>m</sup>, e specialmente il ponte Tilsitt sulla Saon a Lione di 2<sup>m</sup>,50 sopra 7<sup>m</sup>,50 ed anche sul nuovo che si è ridotta la freccia come il nostro ponte e di quasi simile corda.

Crediamo inutile di calcolare la resistenza che debbono offrire queste pile contro l'urto dei galleggianti, giacchè a priori si scorge come supponendo il caso più sfavorevole di un albero di un diametro di 1<sup>m</sup>, e della lunghezza di 10<sup>m</sup> (il cui peso sarebbe circa di 6000 Kg non tenuto conto del peso perduto dalla sua parte immersa) trasportato dalla corrente con velocità alla superficie di circa 2<sup>m</sup>, la forza viva colla quale sarà investita la pila da tale galleggiante è di circa 2400 Kg, sicchè il suo momento resistente al rovesciamento darebbe in tale ipotesi una dimensione molto inferiore a quella che abbiamo assegnata. Se inoltre volessimo calcolare che la pila possa rotare lateralmente per una differenza della spinta orizzontale che si potesse verificare nel caso che una mezza volta si trovi caricata da una massa di gente cioè col carico accidentale di 600 Kg: per metro quadrato e l'altra metà si trovi scarica, allora volendo ritenere questo eccesso di spinta si dovrebbe far uso della equazione data dallo stesso Dupuit.

$$Q_2 H + \left(\frac{1}{2} p + p'\right) e = Q_1 H$$

essendo H l'altezza della pila ed e lo spessore, p il suo peso e p' quello della semivolta col sopraccarico compreso Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub> le spinte della semivolta col sopraccarico e di quella senza, si vedrà che e risulterebbe molto piccolo, di circa 1<sup>m</sup>,00.

Adunque le dimensioni assegnate a queste pile soddisfano a tutte le condizioni di stabilità non che alla estetica.

Lo spessore delle spalle invece è quello che dev'essere preso in seria considerazione circa al suo spostamento, poichè se ciò avvenisse sarebbe la totale distruzione del ponte; perciò non abbiamo considerato questo caso unico necessario per la stabilità del ponte.

Determinato come si è detto innanzi lo spessore della chiave e la sagoma dell'archivolto abbiamo tracciato la curva delle pressioni con le condizioni del sopraccarico del materiale adoperato relativo al suo peso specifico, cioè pile, spalle ed archivolti, con pietra calcarea e malta idraulica e la volta in mattoni, come quelli che più si prestano allo sviluppo elicoidale essendo essa a sbiego, si è ottenuto che essa curva di pressione soddisfa alla condizione di trovarsi pressochè in centro dell'archivolto. Intanto dal calcolo grafico risulta che la superficie della semivolta compreso il sopraccarico e riempimento ridotti all'altezza di masso, essere di metri quadrati 24,27: assumendo per peso medio

della muratura in mattoni 1600 Kg: a metro cubo, risulta il peso lineare in profondità della semivolta di Kg: 38840 = p; pel disegno un centimetro rappresenta 2624 Kg: perciò risulta che la spinta orizzontale  $Q = 121370$  Kg:

Ora la spessore della spalla l'avremo dalla eq:  $fp' = Q - fp$  facendo f eguale ad 1 secondo Dejardin si ha  $p' = Q - p$  e sostituendo si ha  $p' = 82530$  Kg: sicchè conoscendo il peso specifico della muratura in pietra calcarea di Kg: 2200 a m. c. e sapendo l'altezza del piano d'imposta al piano stradale in metri 2,50, risulta lo spessore

$$S = \frac{82530}{2,50 \times 2200} = 15^m$$

Con tale spessore si è al sicuro che non può avvenire scorrimento di sorta senza tener conto già della resistenza che oppone anche la strada stessa perchè è in rilevato, ed è perciò che essendo questa dell'altezza di metri 6,30 calcoleremo anche lo spessore che deve avere la spalla al disotto di questa profondità, che dalla medesima equazione risulta essere di  $\frac{82530}{8,30 \times 2200} = 5,96$  che faremo 6 metri.

In quanto alla spinta, al rovesciamento non se ne può tenere conto stante le condizioni delle spalle sia per la sua spessore ed altezza, sia che è seguito dal rilevato stradale ed è perciò che trovasi incassata. In quanto poi alle condizioni dello sbiego si è detto che i mattoni saranno messi in opera segnando le linee per lo sviluppo elicoidale mettendo capo sopra cuscinetti di pietra calcarea all'imposta ed all'archivolto di simile pietra.

Ci dispensiamo di entrare in minuti particolari di costruzione di quest'opera poichè è beninteso che sarà fatta con tutta quella cura e diligenza che quest'opera richiede, sia per la costruzione e disfatura delle centini sia per la costruzione della volta stessa.

## VIII.

### Chiusura degli alvei abbandonati.

Quattro siti dello antico alveo debbono chiudersi, due che si trovano di avere le acque alle spalle e sono quelli che chiudono l'alveo a monte che sarà destinato alla piscicoltura, ed altri due che avranno alle spalle il terreno che sarà ad ortaggio l'alveo a valle che verrà colmato. La condizione poi che deve avere la faccia della chiusura rivolta verso il nuovo alveo è comune a tutte, perciò è di questo che ci occupiamo.

Questi tronchi di alvei chiusi debbono presentare una scarpa come è quella dell'alveo stesso, perciò è d'uopo affondare dei pali di quercia ad ogni metro distante lungo la linea del fondo con la testa superiore di 0<sup>m</sup>,20.

Altre due file parallele ai precedenti nel corpo dell'argine distanti fra loro metri 2,50, quello centrale è alto sul fondo per 4 metri e l'altro in seguito anche pressochè al fondo. Sulle teste di tutti essi pali trasversali saranno incastrate ed inchiodate delle traverse di simile legname. Ciò fatto saranno riempiti di gabbioni di legname di castagno e salici riempiti di terra e collocati fra questi pali secondo la lunghezza dell'alveo nuovo.

Completato così tutto lo spazio a chiudersi sarà gettata al disopra e dietro di essi della terra pistonandola e bagnandola con latte di calce fino a raggiungere l'altezza degli

argini. Questo procedimento però non sarà praticato per la chiusura dell'ultimo tronco, poichè per questo basterà mettere una intrecciatura di bacchettoni di salici fra i pali affinchè le acque che verranno da sopracorrente trascinando il terreno smosso dall'aratro vi si possa depositare dietro per colmare questo alveo abbandonato; dopo poi saranno consolidati e completati gli argini come gli altri precedenti.

## IX.

### **Edifici dei motori idraulici ed industriali sulle sponde del nuovo alveo sopra e sottocorrente il Ponte.**

Oltre alle suddette, altre opere di arte completeranno il progetto di cui ci stiamo occupando. Abbiamo già accennato come dall'innesto dei due tronchi nasca un sensibile dislivello nel pelo d'acqua, e quindi costituendo un salto sul quale per usufruirlo si è stabilita una chiusa di ritenuta alle acque da produrre una potente forza motrice. Abbiamo perciò impiantato degli edifici sulla sponda destra e sinistra del canale per poter applicare e trasmettere detta forza. Detti edifici sono costituiti da cinque piani dei quali due restano costantemente sommersi sotto le acque di ritenuta. Nei due primi piani inferiori sono le turbine e nel terzo le pompe; questi piani comunicano tra loro mercè aperture sia nei muri che nei pavimenti (come vedesi dai relativi disegni) onde permettere la trasmissione della forza motrice prodotta dalle turbine mercè alberi e cinghie. Al quarto e quinto piano si potranno stabilire dei mulini, depositi di farine, di cereali non ancora moliti ec. I materiali che crediamo adatti per tali costruzioni sono; per la parte che viene in contatto colle acque, pietre di tufo cementate da malta idraulica e rivestimento di pietra calcarea; per la parte poi fuori acqua adoteremo la muratura ordinaria formata di pietre di tufo e malta ordinaria. Detti compresi sono coperti a volta, tranne l'ultimo piano che dovendo servire da magazzino, tiene il suo pavimento in legname.

Le volte sono state calcolate colla formola del Dupuit nella Teoria delle volte che dà lo spessore in chiave:

$$e = 0,20 \sqrt{A} = 0,20 \sqrt{6,50} = 0,50 \text{ in cui } A \text{ è la corda}$$

Per le tavole delle impalcature si sono prescelte di legno abete dello spessore  $0^m,03$ ; e supponendo un sovraccarico di 300 Kg: a m: q: si è determinato la distanza delle travi sottoposte colla equazione

$$\frac{Rl}{n} = \frac{(0,03)^2}{6} \cdot 600000 = 90 = \frac{300}{8} l'$$

d'onde la distanza  $l$  delle travi risulta di  $1^m,55$ .

Per le dimensioni delle travi chiamando  $b$  la base della loro sezione ed  $h$  l'altezza e volendo che fosse  $h = \frac{7}{5}b$  abbiamo  $p = 1,55 \times 300 = 465$  eguale al peso uniformemente

distribuito a metro corrente di trave le quali sono lunghe 7<sup>m</sup>. Si ha dunque:

$$\frac{Rl}{n} = \frac{b \left(\frac{1}{3}\right)^3 b^3}{6 \frac{1}{3} b} 600000 = \frac{1}{8} pl^3 = \frac{1}{8} 465 \times 7^3$$

da cui

$$b^3 = 0,01424, \quad b = 0^m,24, \quad h = 0^m,34$$

Lo spessore dei muri in basso si è calcolato colla regola del Rondelet; essendo la loro lunghezza di 17<sup>m</sup> e l'altezza di 21<sup>m</sup> si ha:

$$\frac{17 + 21}{48} + 0,135 \times 4 = 1,35$$

Noi abbiamo tenuto conto della spinta delle acque nell'edificio delle turbine perchè essa è piccolissima rispetto al peso della muratura superiore che è grandissimo e che gli si oppone.

Tutto il suddetto edificio viene ricoperto di una tettoja mista, tipo Polonceau a tegole piatte di cui le capriate poste alla distanza reciproca di 3<sup>m</sup> sono costituite da due puntoni in legno abete, cinque tiranti parimenti in ferro, e due colonnette in legno. I muri di gronda sono alla distanza di 6<sup>m</sup>. L'angolo della capriata è di 23°. Il peso a m. q. sulla tettoja si è calcolato di 100 Kg. tenendo conto di 60 Kg. a m. q. per le tegole 30 Kg. a m. q. per operai addetti alla manutenzione, 10 Kg. a m. q. per la pressione del vento. Il peso unitario della copertura e legname esclusa la grossa armatura è di 104 Kg; gli arcarecci in legname si sono calcolati alla distanza di 2<sup>m</sup>: colla riquadratura di 0,10 per 0,10 essendo di 200 Kg, il peso che gravita su di essi a m. l. I puntoni in legno dovendo lavorare contemporaneamente alla flessione ed alla compressione, si è per essi trovata la riquadratura di 0,16 per 0,20 mediante la formola:

$$R = \frac{\mu v}{I} + \frac{N}{\alpha}$$

Le colonnette in legno debbono lavorare alla compressione, e quindi dalla formola relativa  $N = R\omega$  si ha il lato della riquadratura uguale a 0<sup>m</sup>,051.

Il tirante orizzontale in ferro essendo sottoposto ad uno sforzo di trazione  $T_1 = 3847$  Kg. si è calcolato la sua sezione circolare di diametro 0<sup>m</sup>,028; per i due tiranti superiori anche in ferro sottoposti alla trazione di  $T_2 = 7550$  Kg: si è calcolato il diametro di 0<sup>m</sup>,035; e per i due tiranti inferiori parimenti in ferro soggetti alla trazione  $T_3 = 3850$  Kg. si è avuto un diametro di 0,025.

Per evitare la flessione del tirante orizzontale si è calcolato sufficiente un piccolo monaco anche in ferro del diametro di 0<sup>m</sup>,05.

Siccome il canale delle turbine ed il tratto di fiume adiacente agli edifici vengono incassati, così si sono calcolati i relativi muri di sponda colle regole forniteci dalla statica, supponendo il caso più sfavorevole della mancanza dell'acqua dalla parte interna e del terrapieno dietrostante e che tende ad abbattere detti muri.

Dietro tali calcoli si è ottenuto che per il canale delle turbine occorre un muro di sponda dello spessore in cima di 0<sup>m</sup>,80 con quattro riseghe nella sua altezza ed avente alla base uno spessore di 2<sup>m</sup>,50. Pel muro di sponda nel tratto di fiume incassato si è calcolato parimente un muro di sponda avente in cima la grossezza di 0<sup>m</sup>,50, cinque riseghe nella sua altezza ed alla base uno spessore di 3<sup>m</sup>.

Sulla sponda destra del canale si vede sulla pianta un altro edificio accennato, che potrà servire per depositi e magazzini, ma di questi non ci siamo particolarmente occupati, neanche nello estimativo, perchè la costruzione di essi e la spesa verrebbe fatta da un'impresa privata che ne volesse assumere l'esercizio.

## X.

### Filtro per le acque d'alimentazione a monte del salto.

Per fornire di acqua potabile i paesi dell'Agro Aversano da noi summentovati, noi abbiamo bisogno di purificare le acque del fiume.

È perciò che al fondo di esso per un tratto di 5608,40 m: q: abbiamo costituito un filtro nel modo seguente (V. Appendice N.° 3).

Sotto il fondo del fiume abbiamo posto uno strato di sabbia finissima dello spessore di 0<sup>m</sup>,70 l'acqua torbida attraversandolo incontra un altro strato dello spessore di 0,30 di ghiaia fina: in tal modo si sarà resa indubitatamente chiara e pura. Uscendo da questo filtro scende in una serie di cunicoli orizzontalmente disposti che mettono capo nell'Acquedotto di filtro di cui il pavimento e le due pareti verticali sono costituite da pietre calcaree cementate da malta idraulica, il tutto ricoperto da intonaco idraulico per evitare ogni possibile disperdimento di acqua; dello acquedotto poi è coperto da volta in pietra calcarea a secco. Da esso l'acqua resta introdotta nella camera delle pompe, che la immettono nella condotta forzata per l'alimentazione summentovata. Abbiamo ancora calcolato la quantità di acqua che passa attraverso il filtro a minuto secondo mercè la formola data dal Dupuit  $q = \frac{\omega}{\mu'} \frac{h+e}{e}$ , in cui  $\omega$  è eguale all'area del filtro,  $\mu' = \frac{\mu}{m}$  = al rapporto del vuoto al pieno, essendo  $\mu = 5760$  coefficiente ottenuto dal Dupuit ed  $m = 0,30$ ,  $h = 4,80$  altezza della ritenuta,  $e = 1^m$ , spessore del masso filtrante. Sostituendo ai simboli i rispettivi valori si ha:

$$q = \frac{5608,4}{19200} \times \frac{5,8}{1} = 1^m,70$$

sicchè si ottiene un metro di più di quello che occorre.

## XI.

### Chiusa di ritenuta e determinazione delle Porte.

*Parte mobile della chiusa.* — Tra le opere più importanti riguardanti il regime del nuovo canale avvi certamente la parte mobile della diga di ritenuta. Una tal parte viene

costituita da pile su cui vengono incardinate le porte, le quali servono ad impedire lo scolo delle acque o a dar loro libero passaggio secondo che sono chiuse o aperte. Le pile si sono progettate di legname, sia perchè la fabbrica costerebbe molto di più e sia perchè le pile di fabbrica non potendo mai ridursi così strette come le palate di legno, occuperebbero molto spazio di più, il quale perciò sarebbe tolto al passaggio delle acque in piena, ciò che costituirebbe un serio pericolo per la stabilità della diga.

Per quanto poi riguarda propriamente la parte mobile della diga, ossia le porte, diversi sistemi si presentano, la cui attuazione non pertanto sembra impossibile nelle locali condizioni. Infatti una chiusa con porte scivolenti a *coulisse* non è attuabile, avuto riguardo all'impeto con cui le piene del Volturno si precipitano, essendo impossibile in poco tempo di sollevare tutte le porte per dar libero passaggio alla corrente.

Le chiuse con battelli-porte neppure sarebbero attuabili, poichè è eccessivo il tempo che s'impiega nella manovra, vi occorre sufficiente altezza per farli liberamente galleggiare, presenterebbero all'uscita dell'acqua una luce architravata, producendone eccessivo rigurgito, il quale tornerebbe fatale al fondo del fiume, sarebbero danneggiate dai grossi materiali che trasportano le piene, e da ultimo il loro costo riuscirebbe abbastanza eccessivo. Le chiuse automatiche conosciute sotto il nome di Schubart neppure possono andare applicate, poichè il loro principale difetto consiste nel restare immerse nella corrente allorchè sono aperte, vengono perciò facilmente ad essere scalzate dall'impeto delle acque e dai grossi massi da cui queste sono accompagnate nelle piene; ed oltre a ciò non potendo, allorchè sono chiuse, ben combaciare colla parte fissa della diga, danno luogo ad una eccessiva perdita di acqua. Non potendo dunque attenersi ad alcuno dei sistemi finora conosciuti ed esaminati, è stato necessario progettarne altro come in seguito.

La nostra chiusa avendo una lunghezza di 80 metri nel sito del salto presso il ponte della strada di Arnone sul nuovo alveo, sarà formata di 10 porte, le quali sono inclinate alla normale alla corrente di 30°.

Abbiamo dato questa inclinazione perchè dopo molti calcoli fatti abbiamo visto che con questo angolo si ha una minore pressione su i bracci che tengono chiuse le portine.

Ciascuna porta è composta di due parti principali, una grande porta di metri 6,75 lunga, larga 1<sup>m</sup>,60 di altezza 4<sup>m</sup>,90; la grande porta è soggetta all'azione della pressione idrostatica che è calcolata di Kg. 81000. La portina poi soffre una pressione di Kg. 19208. La porta grande è formata in legno quercia a **I**, le cui briglie sono di 0<sup>m</sup>,22 sopra 0<sup>m</sup>,22 e l'anima formata di tavoloni incastrati in esse briglie di 0<sup>m</sup>,22 sopra 0<sup>m</sup>,04. Le travi della portina sono semplici e di 0<sup>m</sup>,22 sopra 0<sup>m</sup>,22. Queste travi resistono alla flessione, e siccome le pressioni vanno crescendo dall'alto in basso, così queste travi si trovano più ravvicinate tra loro nella parte inferiore che nella superiore, come si vede nel disegno tav. 9. Queste travi però sono messe in modo che debbono soffrire tutti gli sforzi come è dimostrato nell'appendice. Queste travi sono incastrate e tenuto a posto con piastre di ferro in due ritti, uno dei quali fa da rittogirante.

Dalla parte a monte poi queste travi sono rivestite da tavoloni anche di quercia di 0<sup>m</sup>,04 di spessore, inchiodati su di esse e connessi tra di loro a maschio e femmina. Oltre di ciò tra le briglie vi sono dei montanti di 0<sup>m</sup>,22 sopra 0<sup>m</sup>,22 per evitare i contorcimenti della porta. Tutti questi pezzi formano un sistema rigido, essendo tra loro invariabilmente connessi mediante squadri semplici e doppii e piastre di ferro fissate con chiodi e bulloni.

La grande porta gira intorno a due perni, il superiore che gira in un collare attac-

cato ad un palone delle stilate che fa da stipite, attaccato al ritto girante della porta, mediante una scatola di ferro forgiato: siccome deve resistere ad uno sforzo di taglio dovuto alla pressione idrostatica ed al peso della porta che è di circa 9000 Kg. ha il raggio di 0<sup>m</sup>,03 incastrato in un dado di ghisa e girante in una ralla.

Il perno inferiore poi risulta fisso nel ritto girante di 0<sup>m</sup>,056. Ci siamo avvalsi della statica grafica per vedere la reazione che soffrono i due perni per effetto dell'acqua: il perno inferiore soffre la reazione di Kg. 28360 e il superiore di Kg. 12140, come pure soffrono una eguale trazione i collari. A questi sforzi abbiamo aggiunto l'azione del peso delle porte; se non che siccome i cardini soffrono l'azione della metà della pressione della porta, perchè questa si appoggia sulla portina, così abbiamo ottenuto come si vede nel calcolo in appendice il raggio del perno inferiore  $r=0^m,052$  ed il raggio del perno superiore  $r=0^m,036$ . Per neutralizzare l'azione del peso della porta abbiamo messo un tirante in ferro di 0<sup>m</sup>,04 di diametro.

Acciocchè le portine possano tenersi ben chiuse a sostenere le grandi porte non solo, ma anche per poterle aprire agevolmente son trattenute dalla parte a valle da quattro bracci di legno ciascuna, disposti in modo che soffiono tutti la stessa pressione. Nella posizione di chiusura questi bracci stanno normalmente alla corrente. Questi bracci debbono sostenere la metà della pressione sulla porta e metà della pressione sulla portina, pressione = 40500 + 9604 = 50104 chilogrammi: ma siccome questo braccio non è normale alla portina, ma fa con questa un angolo di 30°, angolo da noi trovato dopo molti tentativi per avere un minimo sforzo nei bracci, così la pressione suddetta si scompone in due, una nella direzione della portina e l'altra nella direzione del braccio, cosicchè questa è espressa da:

$$\frac{50104}{\text{sen } 30^\circ} = 2 \times 50104 = 100208 \text{ Kg.}$$

Per sostenere questa pressione avremmo dovuto applicare nel centro di pressione che è ai  $\frac{2}{3}$  4,90 (altezza della portina) dal livello superiore un braccio molto grosso; per cui abbiamo pensato di mettere quattro bracci di legno a sezione quadrata di 0<sup>m</sup>20 × 0<sup>m</sup>20 alle cui estremità sono attaccati dei collari che girano in perni incastrati in alcune scatole di ghisa fissate alla trave estrema della portina, e l'altra estremità articolata in una chiocciola mobile che scorre lungo viti giranti in cuscinetti di bronzo, uno posto nel palone che fa da stipite della portina, e l'altro in un palone delle stilate che stanno rimpetto ad esso stipite. Ora abbiamo visto che il massimo sforzo che ciascuna vite soffre è quasi nel momento che la porta scappa dalla portina ed è di 11000 Kg. per cui per poter resistere questa vite all'azione della pressione ed all'azione della flessione abbiamo calcolato che il suo nocciolo debba avere il diametro 0<sup>m</sup>,047 e la profondità del filetto rettangolare 0<sup>m</sup>,006, ed il passo 11<sup>mm</sup>,75.

La chiocciola mobile poi che sostiene i due bracci delle due portine che fanno un angolo saliente, deve avere un numero di 34 passi. Sicchè la sua lunghezza sarà di 0<sup>m</sup>,01175 × 34 = 0<sup>m</sup>,39. A questa vite sono attaccate delle ruote fissate in un albero verticale, ciascuna di un raggio  $r=0^m,10$ : il quale albero verticale ha una ruota conica di un raggio  $r=0^m,30$  alla parte superiore che ingrana in un'altra ruota di un albero orizzontale mosso dalle turbini. Per aprire queste porte basterebbe lo sforzo di due soli uo-

mini applicato ad una manovella, ma siccome si richiederebbe un tempo molto grande, così abbiamo pensato di far manovrare l'albero orizzontale delle turbine le quali sviluppano una grande forza e velocità, come sarà detto a suo posto. (V. Appendice n. 2).

## XII.

### **Modo di funzionare delle Porte.**

Allorchè le porte stanno chiuse, la grande porta e la portina fanno un angolo di 30° con la normale alla corrente: la porta grande è trattenuta dalla portina, la quale a sua volta è tenuta ferma dai bracci che stanno a valle di essa. Allorchè si vuole aprire la porta basta mettere in comunicazione l'albero orizzontale che sta sulla passerella con le turbine, e allora questo girando fa girare gli alberi verticali, i quali fanno girare le viti in modo che le chioccioline mobili staccate dai bracci delle portine camminano lungo esse viti e le portine si aprono e con le portine le porte grandi, fino a che queste non scappano e si vanno a mettere contro le stilate senza urtarle però, perchè prima di aprire le porte si deve usare la precauzione di aprire le saracinesche situate sulle portine e riempire di acqua la parte a valle che modera l'azione dell'urto. Quando poi si vogliono chiudere le porte si tirano mediante catene a maglie di ferro passanti per puleggie collocate sugli stipiti delle portine e poi su altre puleggie che vengono messe a livello della passerella; dette catene si arrollano su tamburi fissati sull'albero orizzontale mosso dalle stesse turbine che nello stesso tempo chiude le portine per tener ferme le porte. Questo albero avendo doppio sistema d'ingranaggio agisce nell'uno e nell'altro senso, una volta aprendo ed una volta chiudendo le porte.

## XIII.

### **Condotta Forzata.**

Oggigiorno dopo dell'uso dei serbatoi ad aria sulle pompe, per evitare dei colpi bruschi, nella elevazione dell'acqua possono evitarsi i castelli d'acqua e le colonne alla origine della condotta, come si misero nella condotta di Versailles. Perciò si usa direttamente la forza motrice per elevare e condurre le acque in siti elevati; come se da questi si facessero discendere traversando delle vallate e risalire di nuovo nei siti meno alti di quelli donde partivano, mercè la gravità, da che si ebbero le condotte forzate quando si cominciò specialmente ad avere tubi di ferro.

Dunque la nostra condotta forzata deve servire secondo quello che abbiamo detto al doppio scopo di fornire acqua d'irrigazione per i terreni laterali ad essa e di fornire i diversi paesi che traversa di acqua potabile. Perciò la sua portata all'origine viene determinata dalla quantità di acqua necessaria alla irrigazione di tutto il percorso di circa 30 chilometri quadrati nella ragione di 200 m. c. ad ettara, con una ruota di 10 giorni, e della quantità di acqua per l'alimentazione dei paesi alla ragione di 20 litri per giorno per ciascuno abitante.

I paesi alimentati sono oltre Cannello-Arnone quelli di Casal di Principe di 3200 abitanti, S. Cipriano di 3500, Vico di Pantano di 1000, Frignano piccolo di 2000, Frignano maggiore di 2600, Aprano, Casaluce e Casalnuovo che formano in tutto 2000

abitanti, Teverola di 1000 abitanti, S. Marcellino di 1000, Trentola di 2000, Ducenta e Lusciano di 3700 in tutto, Aversa di 18000, Carinaro di 1200, Gricignano di 1200, Cesa di 1800, Succivo di 1700, S. Arpino di 2000; in uno quasi 47900 abitanti.

Da questi dati risulta che per l'alimentazione dei paesi sono necessari 1138 m. c. al giorno e che per l'irrigazione della zona sono necessari 59342 m. c: Dimodochè la portata all'origine risulta di 0<sup>m</sup>,° 700.

La quantità di acqua poi che va sottratta per l'irrigazione per ogni metro lineare risulta di 0<sup>m</sup>°,000024 che poi sarà effettivamente smaltita nelle rispettive derivazioni.

Per alimentare tutti questi paesi la condotta sarà formata di una conduttura con tubi di ghisa che da Arnone passando presso Vico di Pantano e per Casal di Principe; S. Cipriano e presso Frignano piccolo si conduce direttamente ad Aversa ed alla Stazione ferroviaria di detta città. Alla distanza di 16500<sup>m</sup> vi sono due diramazioni, una che passa per S. Marcellino, Trentola, Ducenta e Lusciano, e l'altra che passa per Frignano Maggiore, Aprano, Casaluce, Casalnuovo, Teverola. Alla stazione ferroviaria si diramano diverse altre condutture, una che va a Carinaro, una a Gricignano, una a Succivo e S. Arpino.

La forza motrice disponibile può elevare l'acqua all'altezza di 100<sup>m</sup>. In Aversa la superficie dell'acqua nel serbatoio ha la quota di 50<sup>m</sup>, perchè la perdita di carica fra Arnone ed Aversa è di 50 metri. La quota poi del serbatoio di Frignano piccolo è stata assunta di 33<sup>m</sup>. Quella di Teverola di 30<sup>m</sup>, quella di Succivo di 50<sup>m</sup>, quella di Corinaro di 37<sup>m</sup>, quella di Gricignano di 33<sup>m</sup>, quella di S. Arpino di 43<sup>m</sup>, quella di Cesa di 45<sup>m</sup>. Conoscendo così la portata, lo sgorgo unitario ed il livello piezometrico all'estremo di ogni tronco, abbiamo calcolati i diametri di ciascun tronco colla condizione della minima spesa, come si vede dall'appendice. Anzi per il tronco più lungo interposto tra Vico di Pantano e la diramazione di S. Marcellino si farà variare il tubo ad ogni due chilometri, con la condizione della minima spesa, in modo da avere per linea di carica una parabola di grado  $\frac{4}{3}$  che si approssima molto ad una retta, ottenendosi così una perdita di carica quasi uniforme; mentre se si avesse avuto un tubo di diametro costante, la linea di carica colla portata decrescente sarebbe stata una parabola cubica, e la perdita di carica sarebbe stata grandissima alla origine, cosa che non ci avrebbe permesso di elevare per mezzo degli innaffiatori l'acqua ad un'altezza così grande, come quando si faccia, come si è detto, variare in ciascun tratto il diametro. Questa parabola è data da  $y = H \left( \frac{x}{L} \right)^{\frac{4}{3}}$ , mentre la curva dei diametri è data da:

$$d = 0,944\Delta \left( \frac{x}{L} \right)^{\frac{2}{3}}, \text{ in cui}$$

$\Delta$  è il diametro calcolato come se tutta la portata fosse alla estremità. L'origine delle coordinate di questa curva è posta al punto in cui lo sgorgo alla estremità risulterebbe zero,  $y$  è contato verso l'alto,  $H$  è la carica all'estremo,  $x$  è contato verso l'origine ed  $L$  è la lunghezza di tutta la condotta. Ci dispensiamo da ulteriori sviluppi per maggiormente dimostrare la utilità economica di questo sistema senza punto nuocere alla condizione di sgorgo e regime della condotta, poichè tutta la parte teorica si trova ampiamente svolta nella pregiatissima opera del Dupuit. *Conduite et Distribution des Eaux.*

Così sono risultati i diametri dei tubi che si vedono indicati nel computo metrico. Queste condutture saranno poste lungo le strade provinciali e comunali, e le uniche opere di arte che saranno necessarie per esse sono un passaggio al disotto del canale delle turbine ed uno al disotto dell'alveo dei R. Lagni, che si passerà in Sifone di ferro circondato da muratura per meglio garantirlo.

#### XIV.

#### Canali d'Irrigazione.

Sembra ormai dovunque abbastanza noto il principio sul quale si fonda la costruzione dei canali nel modo più utile, però lo riassumiamo così: avere massima superficie irrigabile; e dare tali pendenze e sezioni ai canali che ne risulti una velocità che non operi lo interrimento e lo scavo del fondo, e nel contempo si avesse una minima sezione per avere la minima spesa. Come vedesi il problema è abbastanza complesso e verrà risoluto dallo stabilire la sezione del canale che avesse la condizione del minimo perimetro bagnato. Però in pratica non possiamo avvalerci della sezione semicircolare che vi corrisponderebbe perfettamente, nè sempre di quella trapezoidale circoscrittibile al semicerchio, sicchè si debbono seguire norme pratiche per trovarne una che più a questa si avvicini. Una formola empirica vien data dal Redtembacher, però essa non rispondeva tanto bene, sicchè venne modificata dal Prof. Tessitore e riportata nell'opuscolo: il regolatore automatico per la distribuzione delle acque a giusta misura; e sappiamo che venne adottata e plaudita da ingegneri austriaci. Sicchè noi ci avvarremo di questa per la determinazione della sezione dei canali:

$$\frac{b}{t} = 1,50 + \log \omega \quad \text{e} \quad t = \sqrt{\frac{\omega}{\left(\frac{b}{t}\right) + c \operatorname{igtu}}}$$

essendo  $t$  la profondità di acqua,  $b$  la larghezza del fondo ed  $n$  l'angolo che fanno le scarpe con l'orizzontale ed  $\omega$  la sezione che deve avere il canale per condurre un volume  $Q = v\omega$ : come vedesi è d'uopo sapere la velocità media la quale desumeremo dalla esperienza del Dubouat e di Telford, e quindi la pendenza  $i$  l'avremo dall'altra formola del Darcy-Bazin:  $Ri = b_1 u^2$ .

Ora assumendo la velocità  $V = 0^m,60$  anche superiore a quella competente per la sabbia, poichè il canale essendo abbastanza lungo e facendosi delle derivazioni comunque sopraggiunga sempre nuova acqua, pure decrescerà aiquanto la velocità ed è perciò che invece di  $0^m,45$  l'abbiamo assunta di  $0^m,60$  e la portata  $Q = 5^m,00$  per la irrigazione delle ettare 5700 sulla sponda sinistra si ottiene la sezione del canale come vedesi segnato nella Tav. 4.<sup>a</sup> e quindi la pendenza di  $0^m,00025$  per metro, colla quale abbiamo determinato l'andamento del canale come vedesi dalla pianta disegnata nella Tav. 1.<sup>a</sup> e dal profilo nella Tav. 4.<sup>a</sup> che è risultata di chilometri 17,600 percorrendo le località indicate nella pianta Tav. 1.<sup>a</sup> e nel profilo Tav. 4.<sup>a</sup> fino al lago di Patria ove mette termine, ed a circa un chilometro prima di giungere essendovi un dislivello tra il fondo del canale col pelo d'acqua dal lago di metri 1,58 più l'altezza che potrebbe avere l'acqua secondo che ne resta nel canale se non si deriva interamente, si potrebbe impiantarvi un motore idraulico utilissimo in quelle vicinanze.

Il canale di destra poi per la irrigazione di quelle terre che sono ettare 1200 si è tracciato con le medesime norme adottate pel precedente, solo però la velocità si è assunta di 0<sup>m</sup>.45 come si è detto innanzi competente pel trasporto della sabbia stante la brevità del canale che è di chilometri 3,710 e mette termine nel controfosso dell'Agnaena passando per detta località che si vedono indicate nella pianta Tav. 1.<sup>a</sup> e profilo Tav. 4.<sup>a</sup> colla portata di m. c. 120. Questi canali potranno avere diverse diramazioni allorquando saranno completate le opere di bonificazione affinché siano irrigate quelle terre le quali hanno una superficie di 9500 ettari e quindi tutta la zona irrigabile sarà di ettari 16400, come si vede in una estensione di molta importanza ed oltre a 3000 ettari irrigabili dalla condotta forzata ed a pioggia.

## XV.

### **Motori idraulici, Turbine. Forza idraulica.**

#### *Pompe e produzione della forza idraulica.*

a) *Turbine.* — Le turbine che abbiamo creduto adottare sono quelle del sistema Schièle ad asse verticale poichè esse permettono usarle anche in tempo di piene, essendo che sono annegate e si può regolare la immissione per mezzo di direttrici che si aprono mercè un regolatore che le mette in comunicazione con un canale laterale di figura spirale decrescente verso l'estremo, il rendimento di siffatte turbine secondo le esperienze del Morin può ritenersi dell'88 per 0,0; esse hanno anche il vantaggio di essere leggerissime e così non producendo grande attrito nelle ralle non le consumano che appena. Esse però camminano molto velocemente perciò ci obbligano di adoperare delle cigne di fili di acciaio per la trasmissione con pulegge a diametro decrescente affinché si possano adoperare quelle che a secondo dello stadio del fiume occorreranno. Il numero di esse è determinato dalla forza motrice a sviluppare e da norme pratiche per la loro costruzione.

Abbiamo stabilito il diametro interno di 3<sup>m</sup>,00 e quindi colla velocità dovuta all'altezza di ritenuta si è ottenuto il volume che per le stesse deve passare: però la condizione principale che debbono soddisfare è quella di avere una velocità che permetta ottenere il massimo rendimento cioè:  $v = \frac{V}{\cos \alpha}$ , essendo V la velocità dovuta all'altezza d'acqua

ed  $\alpha$  all'angolo che fa la vena idrica nello entrare nelle palette, la velocità di uscita poi è piccolissima, poichè scarica nell'acqua stessa di uscita. Intanto è stato necessario stabilire le diverse portate che si hanno nei diversi mesi, perciò ci siamo avvalsi degli esperimenti meteorologici di circa 30 anni fatti nella Specola di Capodimonte, secondo le piogge che in ciascun mese dell'anno possono verificarsi, come qui appresso, in centimetri: Gennaio 9,12, Febbraio 7,32, Marzo 7,11, Aprile 6,26, Maggio 4,91, Giugno 3,34, Luglio 1,63, Agosto 3,80, Settembre 4,75, Ottobre 10,33, Novembre 11,89, Dicembre 10,19. Da ciò si rileva che le piene si hanno in Gennaio, Febbraio, Marzo, Settembre, Ottobre, Novembre e Dicembre, e le magre in Luglio, Aprile, Maggio, Giugno, Agosto. Quindi risulta che 7 mesi possono ritenersi le acque in piena e le porte rimarranno in parte aperte, ma proporzionalmente in modo che il livello d'acqua sia sempre a livello di ritenuta. Dal Ministero dei LL. PP. si ha che le piene ordinarie sono di metri cubici 1350 ed in magra 32. Sicchè con questi dati ci calcoleremo le relative portate degli altri

mesi mercè una formola d'interpolazione tra le anzidette portate e le rispettive altezze che sono quelle avute innanzi dalle piogge di 11,89 in Novembre per la piena di 1350 metri cubici e di 1,63 in Luglio per la portata di 32 metri cubici. Però il rapporto delle altezze dev' essere elevato ad una potenza incognita che deve eguagliare il rapporto delle piene, sicchè si ha:  $(11,89 : 1,63)^n = 1350 : 32$ ; donde  $n = 1,883$ . Conosciuto questo

esponente abbiamo che in Giugno si ha:  $\left(\frac{3,34}{1,63}\right) = \frac{Q}{32}$  donde  $Q = \text{m. c. } 122,53$ ; e così

si hanno le altre, cioè in magra Luglio m. c. 32, in media Giugno 122,53 Agosto 157,62 Maggio 254,86 Aprile 403,04; ed in piena, Marzo 512,16 m.c.; Febbraio 538,94 Settembre 559,52, Ottobre 1035,20, Gennaio 792,96 ed in Dicembre 1008,90. In magra la forza motrice che ne risulta si ha dal residuo dell'acqua, cioè dedotta quella per la irrigazione in m. c. 6,20 e l'alimentazione dell'Agro Aversano in altri m. c. 0,70, e dalla differenza del livello dell'acqua nella ritenuta al livello del canale a valle delle porte che è di metri 5<sup>m</sup>,076; il volume residuale è di m.c. 27 (V. App. n. 4) si ha la forza motrice espressa in cavalli

vapori teorici  $\frac{1000 \times 27 \times 5,076}{75} = 1827$ ; i quali saranno quasi tutti utilizzati per l'irriga-

zione per mezzo della condotta forzata dell'anzidetto Agro Aversano, e questa irrigazione durerà in tutta la sua intensità fino al mese di settembre. Ora è d'uopo conoscere l'altezza d'acqua nel canale a valle in questo mese per stabilire la differenza di livello fra i due peli d'acqua: nel risultato della interpolazione delle portate fatta innanzi si è avuto che in Settembre la portata media è di m. c. 1035,20 quindi alla fine di Settembre la portata sarà di m. c. 797,36. Ora dalla formola della velocità abbiamo la sezione bagnata nel canale la quale ha per altezza secondo l'analogo calcolo metri 4,018 e quindi la differenza di livello fra i due peli d'acqua è di metri 1,478. Con questa caduta e dal diametro assegnato si ha che ognuna smaltisce metri cubici 5,55, per cui ogni turbina sviluppa

cavalli teorici  $\frac{1000 \times 5,55 \times 1,478}{75} = 109$ . Ora per fare la irrigazione e l'alimentazione

dell'Agro Aversano vi occorre una forza motrice che, tenuto conto dei coefficienti di rendimento tanto delle turbine che delle pompe risulta di  $\frac{1000 \times 0,700 \times 100}{0,80 \times 0,80 \times 75} = 1458$  ca-

valli effettivi, quindi il numero minimo delle turbine è di  $\frac{1458}{109} = 14$ , che per eccesso

di forza e per uso anche delle industrie annesse aumenteremo a 25. Quando poi vi saranno le piene, allora si avrà una differenza di livello di 0<sup>m</sup>,366 e la forza che ciascuna turbina potrà sviluppare sarà di cavalli 14,07; sicchè da tutte le turbine si avrà una forza di 351,75 cavalli. Con la portata in questo stadio del fiume saranno determinate le dimensioni delle direttrici, quelle del canale direttore a spirale ed il tubo conduttore delle acque alle turbine le quali saranno collocate in appositi compresi in centro dei quali passeranno degli alberi motori fino al 2° piano per dar moto nel primo alle pompe e nel secondo ai molini, per la macinazione dei cereali, non che per essere applicata ad altra industria quando si può avere un eccesso di forza di quella che occorre per l'Agro Aversano nelle diverse epoche che si può irrigare. In acque medie in cui la caduta risulta, come si è detto innanzi di metri 3,10, si ha che ogni turbina sviluppa cavalli teorici 350, sicchè 4 turbine saranno sufficienti per fare la irrigazione e l'alimentazione dell'Agro Aversano, occorrendo una forza motrice di 1500 cavalli. Sicchè le altre 21 turbine daranno cavalli 7350. Da tutto quanto

è detto innanzi risulta che quando non servono le turbine per l'irrigazione si usano per molire ed altre industrie da stabilirsi, e ciò può verificarsi nei mesi di Novembre, Dicembre, Gennaio, meno Ottobre, ed in quest'epoca tutte le turbine quasi sarebbero adoperate a tale uso con 34,7 cavalli teorici a turbina. Con parte della forza poi saranno attivate le industrie anzidette nei mesi di Febbraio, Marzo, Aprile, Maggio, Giugno e Luglio e parte anche di Settembre: nel mese di Ottobre saranno sospese queste industrie. In tutti i mesi poi dell'anno verrà fatta tutta l'alimentazione dei descritti paesi e parte dell'irrigazione, come pure sarà fatta l'alimentazione dell'acqua potabile nei due paesi di Canello ed Arnone mercè altra pompa collocata sulla sponda destra mossa da altra turbina sulla stessa sponda; quale turbina è addetta anche al servizio ed alla manovra delle porte e saracinesche. Si potrà del pari per chi volesse usufruire delle acque in forte pressione nel tenimento di Canello onde poter dileguare la nebbia che cadendo sul grano e la biada li brucia, formando sulle piante una specie di ruggine. Determinato tutto quello che si è detto innanzi per stabilire la costruzione delle turbine, la forza che da esse si può ottenere nelle varie epoche ed il loro numero, verremo anche a stabilire il numero dei giri delle turbine per minuto nelle diverse fasi del fiume, per poter stabilire la quantità dei prodotti a molire servendoci pel calcolo dell'utile da stabilirsi. Sicchè in piena la velocità della ruota è di metri 3,9 e quindi 25 giri. In Settembre la velocità è di metri 5,23 ed i giri 33; in acque medie la velocità è di metri 7,97 ed i giri 50: in acque magre la velocità è di metri 9,75 ed i giri 63 essendo in quest'epoca che per le turbine passano metri cubici 10,37 e quindi con una caduta di 4<sup>m</sup>,85 si ha per ogni turbina 600 cavalli teorici cioè 18000 cavalli. Avendo qui trattato la produzione e distribuzione della forza motrice non sarà fuori luogo di dire tutto quello che la contrada di cui ci occupiamo può fornire per assorbire detta forza a molire. Quindi il territorio di Canello-Arnone tiene 1350 ettare a grano e biada, 700 ettare a granone, 2000 ettare a fieno.

La produzione poi in media è di 20 ettoltri di grano per ettara e quindi ettoltri 27000 e pesando 80 Kg. un ettolitro si hanno 2160000 Chg. di grano e poichè un cavallo vapore in media può molirne 35 Kg., così vi occorrono  $\frac{2160000}{35} = 61715$  cavalli in un'ora.

Pel granone si hanno 50 ettoltri ad ettara, sicchè sono ettoltri 35000 e pesando ciascuno 75 Kg. si hanno 2625000 Chilogrammi; e poichè un cavallo può molirne 35 ad ora, così vi occorrono 105000 cavalli. Ora ritenendo un coefficiente di rendimento dell'80 p. 0/10 vi occorrono cavalli teorici in un ora  $\frac{61715 + 105000}{0,80} = 208394$  e macinando in un anno appena 24 cavalli; perciò si può considerare quanti altri paesi non accorreranno a fare la loro mulitura, e quante altre industrie non potranno svilupparsi dall'altro lato: poi si vede pure come sia stata ben utilizzata sicuramente la maggior parte della forza motrice che si ottiene dal salto che è risultato nel taglio progettato, adoperandola alla elevazione delle acque per la irrigazione a pioggia ed alimentazione di acque potabili dell'Agro Aversano.

XVI.

**Pompe Girard.**

Le pompe saranno stabilite sull'edificio delle macchine al disopra del pezzo messo all'estremo dell'acquedotto del filtro e saranno in comunicazione col serbatoio ad aria. Esse saranno a doppio effetto aspirando l'acqua dalla profondità di 8 metri circa per innalzarla all'altezza di 100 metri nel serbatoio di Aversa, comprendendoci un'altezza di 50 metri, per perdita di carica dovuta agli attriti sviluppati nelle pareti lungo la condotta forzata, come si è detto innanzi.

La corsa del pistone sarà di un metro ed il suo diametro di 0<sup>m</sup>,65. Le pompe saranno condizionate in tal modo che nel loro movimento ordinario esse possono elevare la quantità d'acqua prevista con la velocità minima di 16 colpi di pistone al minuto, però con la corsa fissata mercè le turbine si ha il vantaggio di poter aumentare la portata al bisogno anche quasi fino al doppio e quando le condizioni delle portate del fiume lo consentono. Le valvole di aspirazione come quelle di alimentazione dovranno sollevarsi pel passaggio dell'acqua, di una sezione un poco più grande di quella della pompa, di modo che la velocità di sgorgo non oltrepassa la velocità di 0<sup>m</sup>,50 per secondo.

Le valvole di aspirazione e di ritenuta dovranno funzionare senza urto ed essere disposte nelle cassette convenientemente in modo di poterle visitare facilmente. Sarà stabilito sopra ed in centro delle due colonne ascensionali delle due pompe accoppiate un serbatoio ad aria del diametro di metri 2,00 e di altezza metri 6, munito di rubinetti e di un manometro ed un indicatore a livello d'acqua.

Due altri piccoli recipienti saranno messi al disopra delle valvole delle pompe. Ciascuna pompa si compone di tubi di aspirazione e di alimentazione.

La quantità di acqua da elevarsi a minuto secondo è di 0,700 di cui ciascuna pompa genera un volume in ciascun minuto secondo di metri cubici 0,180 con 16 colpi a minuto primo, perciò le pompe basteranno a tale ufficio, però un'altra la impianteremo sulla sponda destra per alimentare i paesi di Cancellò, Arnone con l'altro tratto di condotta. Intanto nello estimativo si son fissate 6 pompe invece di 5 per averne una a disposizione in caso di qualche guasto delle altre, affinchè non fosse in alcun modo interrotto il lavoro.

La forza occorrente per dargli moto si è ampiamente dimostrato nella descrizione delle Turbine.

Da ultimo perchè si possa avere una costante pressione della colonna d'acqua in carica sulle pompe abbiamo stabilito mettere un grande serbatoio ad aria all'origine della condotta nel quale vi deve stare una pressione doppia di quella a cui le acque debbono essere elevate ora applicando il teorema delle forze vive e ricordando che il lavoro resistente si rapporta alla compressione dell'aria del serbatoio ed agli attriti dei filetti fluidi contro le pareti della condotta si avrà per le dimensioni del suddetto serbatoio la equazione

$$\frac{\pi D^2 L p}{8g} V^2 = (U - U_1) \left( p h_0 + P - \frac{2 p h_1 V^2}{D} \right) - P U \log_0 \frac{U}{U_1}$$

essendo D il diametro della condotta che in media facciamo 0<sup>m</sup>,80, p, peso specifico dell'acqua = 1000, L la lunghezza che fino alla Stazione di Aversa è di metri 21250 e P la

pressione che si esercita dalle pompe di  $10^{\text{atm}}$  e  $P_1$  la pressione che si vuole nel serbatoio che abbiamo detto innanzi di essere doppia.

La velocità media che potremmo ritenere essere di metri 1,4 supponendo che passasse lo intero volume di acqua di metri cubici  $0^{\text{m}},700$ ,  $h_0$  l'altezza della colonna premente che la stabiliremo per avere la carica occorrente di 100 metri,  $b_1$  il coefficiente di attrito che approssimativamente è di 0,0003 ed in virtù della legge di Mariotte si avrà  $PU = P_1 U_1$  da cui  $U_1 = \frac{PU}{P_1}$  ed  $\frac{U}{U_1} = \frac{P_1}{P}$  e quindi risolvendo la detta equazione rispetto al volume  $U$  che deve avere il serbatoio questo risulta di m. c. 29,50 che faremo di diametro m. 2,50 e di altezza m. 6. Stabilito in siffatto modo il movimento delle pompe, queste non mancheranno di dare un rendimento del 94 p. 0/10 che promette l'inventore e come venne constatato dalle esperienze fatte dalla commissione per la condotta delle acque per la città di Lilla; ed è stato appunto questa la ragione per cui l'abbiamo adottata. Completato in questo modo il Progetto del taglio ed irrigazione di una zona di circa 20000 Ettari di una regione meridionale d'Italia passeremo a determinare gli utili presuntivi che da siffatta opera con certezza possiamo ottenere, sperando nella energia e buon volere dello Egregio Ministro dei LL. PP. Comm. Baccarini l'appoggio necessario per mandarlo ad effetto.

## XVII.

### Ut ili.

Passiamo a calcolare gli utili che derivano dalle opere che abbiamo proposto, i quali saranno così grandi da rendere l'impresa molto produttiva e quindi di facile esecuzione anche dalla industria privata.

Il terreno abbandonato dallo antico alveo abbiamo detto che in parte sarà adibito ad ortaggi ed in parte per la piscicoltura. Quelle contrade difettano di ortaggi di modo che a Canello potrà stabilirsi un grande commercio di erbaggi. La fertilità del terreno abbandonato dal fiume è dovuta alla colmata già progettata e la irrigazione resaci facile dalle opere progettate renderanno quella porzione di tronco abbandonato adattissima agli ortaggi. Dimodochè non crediamo di essere esagerati ponendo come valore di quel tronco situato tra Canello ed Arnone la cifra di 4000 Lire ad ettara.

La superficie di cui parliamo misura 21 ettare, quindi corrisponde ad un capitale di 84000 Lire, che al 5 p. 0/10 ci darà una rendita di 4200 Lire. In Francia e nelle altre parti dell'estero ha preso in questi ultimi tempi grande sviluppo la piscicoltura artificiale che permette ai paesi privi di questo gradito alimento di provvedersene con facilità, di eccellente qualità ed a basso prezzo; senza andare fuori d'Italia tutti gli amanti delle memorie patrie ricordano che anche i Romani facevano grande uso di piscicoltura artificiale. A Napoli e nei paesi vicini vi è abbondanza di pesci marini, ma vi è assoluta mancanza di pesci dolci. Ora ognuno sa quanto è saporito e delicato il pesce di acqua dolce a preferenza di quello di acqua salsa, e come questo cibo è grandemente ricercato nelle cucine delle famiglie più aristocratiche. Quindi il procurare in vicinanza di Napoli un vivaio di pesci di acqua dolce sarà un'industria da dare un grande interesse. Non avendo però attualmente un modo diretto per determinare con sufficiente approssimazione

l'utile che ci può dare tale industria faremo confronto col Lago di Patria. Questo lago è affittato annualmente per Lire 60000 e misura una superficie di 17 ettare. Dimodochè il suo prezzo di affitto risulta di L. 3530 ad ettara. Il tronco che abbiamo destinato alla piscicoltura misura 27 ettare ; rappresenterebbe al tasso di Lire 3530 l'utile di Lire 95310.

L'irrigazione però sarà quella che darà il maggior utile.

Abbiamo dimostrato antecedentemente che il prezzo di lire 4.90 per ettara e per irrigazione e più che conveniente , e che qualunque proprietario dovrebbe stimarsi fortunato di duplicare quasi i prodotti del suo fondo spendendo così poco. Questo prezzo di affitto corrisponderebbe a L. 0,007 a m. c. siccome abbiamo derivato 6<sup>ma</sup>,20 in tutto a minuto secondo , perciò risulterebbe , qualora si vendesse  $\frac{1}{3}$  di questa acqua un utile di Lire 169050 all'anno.

Nè minori utili ci dà la condotta forzata. Noi crediamo che nessun paese vorrà negarsi a derivare una quantità di acqua in ragione di Litri 20 per giorno e per abitante. Questa è la quantità minima di acqua di cui potrebbe contentarsi una popolazione che brama il titolo di civile.

A questa ragione si sono convogliati nel tubo 1138 m. c. al giorno per l'alimentazione. Poniamo il prezzo di ogni m. c. nella ragione di L. 0,20 come abbiamo detto nella relazione.

Con questo prezzo risulta un utile di Lire 83130, 90.

Oltre l'alimentazione dei paesi, la condotta serve pure per la irrigazione a pioggia. Questa irrigazione è così utile alle piante ed è tanto superiore alle altre irrigazioni che non temiamo essere esagerati ponendone il prezzo a Lire 0,05 a m. c. Abbiamo già visto che per questo effetto si derivano 59342 m. c. al giorno, che perciò ci daranno un utile di L. 270000 se se ne vende la metà.

Oltre a ciò quando le turbine, il cui lavoro è variabile a secondo degli stadi d'acqua nel fiume , sviluppano un numero di cavalli maggiore di quello richiesto dalle pompe : questi cavalli superflui possono essere impiegati nella macinazione dei cereali ed in altre industrie adatte alla contrada. Anche questo lavoro ci darà un utile non indifferente. Da dati raccolti sopra luogo sappiamo che nel solo territorio di Canello-Arnone si producono 27000 Ettolitri di grano , 35000 di granone , cioè in tutto 62000 Ettolitri che la maggior parte vanno a Napoli per essere macinati a caro prezzo nei mulini di S. Giovanni a Teduccio. Questo grano certamente si macinerà tutto a Canello e andrà in Napoli sotto la forma di farina. Ma non solo i grani ed i granoni di Canello Arnone ma anche quelli dei territori limitrofi correranno a Canello per essere macinati. Dimodochè non saremmo certo lontani dal vero ponendo che a Canello si macini il triplo del grano e granone prodotto nel suo territorio. Trascuriamo l'utile dovuto alle altre industrie che si possono applicarvi , perchè di difficile determinazione.

Ponendo che il grano e granone paghino in media Lira una per la molitura, che meno non può essere , si hanno 186000 Lire di utile.

Così risulta l'utile annuale.

Per gli ortaggi. . . . .	Lire	4200,00
Per la piscicoltura. . . . .	»	95310,00
Per l'irrigazione coi canali. . . . .	»	507180,00
Per l'alimentazione dei paesi. . . . .	»	83130,00
Per la irrigazione a pioggia. . . . .	»	540000,00
Per la molitura. . . . .	»	186000,00

Totale Lire 1415790,00

Dimodochè la nostra opera darebbe maggiore utile di quanto sarebbe la spesa, sicchè la società costruttrice in un anno potrebbe rivalersi del capitale speso.

Però questo risultato non si otterrebbe certamente nel primo anno parte per la diffidenza dei proprietari nel comprare l'acqua parte per le indecisioni che accompagnano sempre la prima applicazione delle grandi opere per cui passeremo a fare un computo sulla verificabilità del quale nessuno potrà mettere in dubbi e che si accosterà di più alla realtà nei primi anni che scorreranno dopo la esecuzione di quest'opera, mentre l'utile di cui sopra possiamo ritenere sia quello che si verificherà quando le cose si saranno incaminate e tutti i proprietari prenderanno l'acqua competente alla estensione dei loro territori, cosa che dovrà verificarsi dopo un certo giro di anni.

Perciò in quanto agli ortaggi osserveremo che il prezzo di 4000 Lire ad Ettara è minimo per tali generi di terreni e che non possiamo diminuire l'utile che abbiamo preveduto.

In quanto alla piscicoltura osserviamo che la produttività del nostro alveo può essere minore di quella del Lago di Patria, e che la piscicoltura artificiale richiede cure e spese maggiori che non lo esercizio della piscicoltura nel lago di Patria; per cui potremmo ridurre il prezzo di affitto a metà, che così risulta in tutto di Lire 47655,00.

In quanto alla irrigazione coi canali poi osserviamo che si può ammettere che una metà degli Ettari irrigabili non goda di questo beneficio nella misura da noi presupposta di 700 metri cubici per Ettara con una ruota di 10 giorni, dimodochè l'utile corrispondente si riduca a L. 253575,00.

In quanto all'alimentazione dei paesi per le ragioni suesposte non crediamo fare riduzione.

In quanto alla irrigazione a pioggia con la condotta forzata così utile siamo certi che tutti i proprietari ne usufruiranno immediatamente; ma malgrado ciò la ridurremo di  $\frac{1}{3}$  ponendo ci dia un utile di L. 180000,00.

In quanto alla molitura poi non crediamo fare riduzione perchè siamo perfettamente sicuri che si verificheranno le nostre previsioni.

Di modo chè gli utili da prevedersi pei primi anni si riducono a:

Per gli ortaggi. . . . .	Lire	4200,00
Per la Piscicoltura . . . . .	«	47655,00
Per la irrigazione coi Canali. . . . .	«	253575,00
Per l'alimentazione dei paesi . . . . .	«	83130,00
Per l'irrigazione a pioggia . . . . .	«	180000,00
Per la molitura . . . . .	«	186000,00

Totale Lire 754560,00

Quest'utile corrisponde a circa il 30 p. 0/0 della spesa e ci dà quindi la più ampia assicurazione della possibilità di attuazione dell'opera.

Un altro utile avremmo voluto mettere in evidenza, quello cioè di stabilire un podere modello nella zona che resta circoscritta dall'antico al nuovo alveo, denominato il Lagnone; ma ciò potendo essere attuato dal proprietario o dalla industria privata, così abbiamo tralasciato tale pensiero.

Sin qui abbiamo discorso dei vantaggi materiali: non diciamo nulla dei vantaggi morali, poichè questi sono immensi specialmente qualora si facesse l'intero raddrizzamento del Volturno da Capua al mare, che sarebbe una vera era di opulenza per quella contrada, per la Provincia di Terra di Lavoro e per lo Stato.



# APPENDICE

N.° 1.

Determinazione delle formole empiriche della forma lineare:  $Q = Ay + B$  e  $K = av + b$ ; la prima per avere la portata  $Q$  del fiume data l'altezza d'acqua  $y$ , e la seconda per avere la velocità  $v$ , il raggio medio  $R$  e la pendenza  $i$ , dato due di essi mercè la formola  $v = K \sqrt{Ri}$ , ovvero sostituendo a  $K$  i valori anzidetti di  $a$  e  $b$  si ha:

$$v = \frac{b}{\frac{1}{\sqrt{Ri}} - a}$$

Per poter determinare la sezione e gli altri elementi del nuovo alveo abbiamo dovuto stabilire le anzidette formole determinandone le costanti per maggiore precisione col metodo dei minimi quadrati, mercè le quali si otterrà non solo una maggiore realtà nelle portate, ma sarà meglio rappresentato il fenomeno che l'idraulica ci porge sul moto delle acque nei fiumi, al variare di ogni altezza d'acqua, e così scongiurare tutte quelle anomalie che ci verrebbero dalle altre formole idrometriche come si è già dimostrato nella relazione. Però siccome una formola d'interpolazione vale solo per il tronco per cui è stata ricavata da apposite esperienze fra le altezze e velocità osservate, e forse anche per il sito stesso, poichè possono influire alcune condizioni atmosferiche necessarie per ottenere lo stato normale del fenomeno che accompagna la piena, così ci abbiamo dovuto ricavare due di dette formole per la piena e due per le velocità in due tronchi diversi. Sicchè abbiamo cercato due tronchi rettilinei di sufficiente lunghezza e di sezione quasi costante, uno posto tra l'incile del nuovo taglio e la svolta Branco ed uno dopo lo sbocco sottocorrente Arnone.

Il tronco a monte è stato scelto sopracorrente della svolta Branco fra le sezioni F e G ed è risultato lungo di 200 metri; si è misurata con esattezza la configurazione di queste due sezioni e vi si è impiantato un idrometro in ciascuna con lo zero al fondo, ad un'accurata livellazione fra i due zeri ha dato un dislivello di 0<sup>m</sup>,05 che corrisponde ad una pendenza di fondo di 0<sup>m</sup>,00025: analogamente si è fatto per il tronco a valle la cui lunghezza è di metri 500, sottocorrente all'ingresso di Canello e dopo la svolta di Arnone, proprio all'origine del rettilineo che precede la svolta di Caricchiano fra le sezioni A e C, e la differenza di livello fra gli zeri degli idrometri impiantati in queste due sezioni è di metri 0,1855 corrispondente ad un pendio di fondo di 0<sup>m</sup>,000371. Il primo pendio è poco inferiore di quello superficiale in acque magre di 0<sup>m</sup>,00027 dato dal Ministero dei LL. PP. nelle sue monografie su i fiumi, mentre il secondo è di quasi un terzo maggiore; ma se si prende la media dei diversi pendii da sottocorrente Grazzanise alla detta svolta di Caricchiano si trova conforme a quello anzidetto dato dal Ministero per tutto questo tronco di circa 8 chilometri. Intanto noi per fare le nostre osservazioni spesse volte ed in diversi anni ci siamo recati sopra luogo e propriamente quando il fiume cambiava di altezza d'acqua ed osservandone le più minute condizioni, specialmente quelle della permanenza non che le altre metereologiche da non alterarci le osservazioni, procedeva-

mo alla misura della velocità superficiale della corrente mercè galleggianti di sfere di legno convenientemente affondati, segnando con secondi indipendenti il tempo in cui essi percorrevano lo spazio fra i due idrometri di ciascun tronco, e contemporaneamente si leggevano le quote che gl'idrometri indicavano. Così abbiamo ottenuto tutti gli elementi per avere le portate corrispondenti alle diverse altezze d'acqua in ciascuna sezione, e quindi le altezze medie alla sezione media, non che pendenza superficiale e velocità superficiale che anche essa veniva ridotta alla media mercè la formola di Agen come si è detto nella relazione. Da queste diverse esperienze che registriamo nei due sottoposti quadri, ricaviamo come abbiamo detto mercè il metodo dei minimi quadrati i coefficienti A e B per le formole delle portate, e di a e b per quelle delle velocità, mettendo le due eq: di condizione che il quadrato degli errori fosse un minimo. Per la prima formola queste equazioni sono:

$$\Sigma Q = A \Sigma y + mB, \quad \Sigma Qy = A \Sigma y^2 + B \Sigma y$$

e per la seconda formola

$$\Sigma K = a \Sigma v + mb, \quad \Sigma Kv = a \Sigma v^2 + B \Sigma v$$

dalle quali abbiamo per la prima

$$A = \frac{m \Sigma y Q - \Sigma y \Sigma Q}{m \Sigma y^2 - (\Sigma y)^2}, \quad B = \frac{\Sigma y^2 \Sigma Q - \Sigma y \Sigma y Q}{m \Sigma y^2 - (\Sigma y)^2}$$

in queste y rappresenta le altezze medie dell'acqua e Q le portate corrispondenti che si hanno dalle rispettive sezioni e velocità. Per la seconda:

$$a = \frac{m \Sigma v K - \Sigma v \Sigma K}{m \Sigma v^2 - (\Sigma v)^2}, \quad b = \frac{\Sigma v^2 \Sigma K - \Sigma v \Sigma v K}{m \Sigma v^2 - (\Sigma v)^2}$$

In questa v è la velocità media ricavata per aver la portata e K si ha dalla formola  $K = \frac{V}{\sqrt{Ri}}$  in cui R è il raggio medio che si ottiene dalle rispettive sezioni ed i la pendenza superficiale indicata dagli idrometri.

Eseguite le calcolazioni abbiamo ottenuto

pel tronco a monte A = 378 e B = -674, a = -5,112, b = 78,74;  
 pel tronco a valle: A = 373,6, B = -802,2, a = 1,99, b = 64,70.

Sicchè per le portate indicate dal Ministero nelle dette monografie di piene straordinarie di m. c. 2000, piene ordinarie m. c. 1350, acque medie di m. c. 460 corrispondono pel tronco a monte le altezze y = 7<sup>m</sup>,074, 5<sup>m</sup>,355, 2<sup>m</sup>,900 e pel tronco a valle le altezze y = 7,50, 5,76, 3,40. Mentre quelle del Ministero per tutto il fiume da Capua al mare desunte dalle quote sul mare riferite al pelo d'acqua in ciascuno stadio del fiume sarà 7<sup>m</sup>,22, 5<sup>m</sup>,87 e 3<sup>m</sup>,33 intermedie a quelle da noi ottenute.

Questi risultati delle nostre esperienze ci confortano anche perchè corrispondono esattamente alle formole del celebre Guglielmini, mentre poi si trovano fra quelle troppo eccessive del Girard, cioè :  $V = \sqrt{0,25 + 8047 Ri} - 0,50$ , del N. Stevenson (Leipzig 1874)  $v = K \sqrt{Ri}$  in cui K è variabile da 100 a 75 per portate di m. c. 480 a 3, e fra quelle troppo inferiori del Darcy Bazin e Guanguillet e Hutter e Humphrey ed Abbot che tralasciamo riportare come abbastanza note.

In quanto al K della nostra formola, come si vede dai sottoposti quadri, varia da 70 a 65 beninteso non per la stessa pendenza e raggio medio, perciò i nostri risultati sono ancora più esatti, poichè K non può essere costante, ma variabile con le pendenze e raggio medio. Quello di Girard è anche costante ed è quasi 80.

Dunque le nostre operazioni ci assicurano che tutto corrisponde alla massima realtà possibile.

---

# Formola Empirica - Tronco a monte

Differenza di livello fra gli zeri dei due idrometri : 0,05.

N. d'ordine delle esperienze	Altezza d'acqua			Superficie delle Sezioni			Spazio percorso dal galleggiante	Tempo impiegato a percorrerlo	Velocità alla superficie V	Coeff. per avere la velocità media: $1 - 0,0582\sqrt{V}$	Velocità media D	Portata Q	Pendio per chilometro	y <sup>2</sup>	yQ	
	Sezione F	Sezione G	Media Y	F	G	Media										
1. <sup>a</sup>	2,980	2,958	2,969	246,26	254,34	250,30	200	1'41"	1,988	0,89	1,790	448,037	0,260	8,8148	1330,221853	
2. <sup>a</sup>	3,125	3,095	3,110	258,27	266,37	262,32	200	1'30"	2,218	0,897	1,990	513,705	0,263	9,0721	1597,622550	
3. <sup>a</sup>	3,470	3,431	3,450	287,18	296,86	292,02	200	1'23"	2,413	0,891	2,150	627,843	0,300	11,9025	2166,058350	
4. <sup>a</sup>	3,585	3,540	3,563	297,29	306,77	301,53	200	1'20"	2,478	0,890	2,206	681,458	0,312	12,6958	2428,034854	
5. <sup>a</sup>	4,072	4,067	4,070	337,41	352,81	345,11	200	1'13"	2,729	0,883	2,410	831,715	0,348	16,5649	3385,222500	
6. <sup>a</sup>	4,223	4,113	4,193	351,46	663,92	357,69	200	1'19"	2,585	0,990	2,562	916,402	0,370	17,5815	3842,473586	
7. <sup>a</sup>	4,458	4,452	4,445	371,55	387,52	379,03	200	1'6"	3,021	0,877	2,655	1006,325	0,380	19,8476	4483,177875	
8. <sup>a</sup>	4,729	4,785	4,789	402,23	421,67	416,95	200	1'41"	3,119	0,872	2,720	1134,104	0,387	22,9431	5431,224056	
9. <sup>a</sup>	5,284	5,277	5,280	447,20	468,60	457,90	200	0'59"	3,371	0,866	2,920	1137,068	0,400	27,8784	7059,719040	
			35,879 = ΣY								7496,655 = ΣQ				147,9007 = Σy <sup>2</sup>	ΣyQ = 31724,754664

N. B. Le suddette osservazioni sono state fatte lungo l'alveo del Canale nelle sezioni qui annesse.

$$\alpha = \frac{m\Sigma YQ - \Sigma Y\Sigma Q}{m\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2} = 378,$$

$$\beta = \frac{\Sigma Y^2Q - \Sigma Y\Sigma YQ}{m\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2} = -674,$$

$$Q = \alpha Y + \beta = 378y - 674$$

per Q = 200  
per Q = 1350  
per Q = 480

y = 7,08  
y = 5,36 circa  
y = 2,90 circa

y = 7,92  
y = 5,87  
y = 3,33

dati dal Ministero



1.° Quadro delle osservazioni del tronco a monte, per la formula  $K = av + b$ .

M	Y Altezza media	S Superficie	P Perimetro	R = S:P Raggio medio	i Pendenza superficiale per metro	$V = \frac{Q}{S}$ Velocità media	$K = V \cdot \sqrt{Ri}$ Coefficiente	$v^2$	$Kv$
1.	2,969	250,30	85,00	2,945	0,0002600	1,790	64,60	3,204	115,67
2.	3,110	262,32	85,90	3,054	0,0002630	1,990	70,22	3,960	139,74
3.	3,450	292,02	87,00	3,357	0,0003000	2,150	67,76	4,623	145,68
4.	3,563	301,53	87,80	3,434	0,0003120	2,206	67,40	4,866	148,68
5.	4,070	345,11	89,30	3,865	0,0003480	2,410	65,72	5,808	158,39
6.	4,193	357,69	90,05	3,972	0,0003700	2,562	66,84	6,565	171,24
7.	4,445	379,03	90,80	4,175	0,0003800	2,655	66,07	7,056	175,79
8.	4,789	416,95	91,80	4,542	0,0003870	2,720	64,87	7,398	175,55
9.	5,280	457,90	92,80	4,934	0,0004000	2,920	65,76	8,526	188,69
					$\frac{1}{8}a = 5,112$	$\Sigma V = 21,403$	$\Sigma K = 599,24$	$\Sigma v^2 = 52,000$	$\Sigma Kv = 1419,43$
					$\frac{1}{8}b = 78,74$				

2.° Quadro delle osservazioni del tronco a valle, per la formula  $K = av + b$ .

M	Y Altezza media	S Superficie	P Perimetro	R = S:P Raggio medio	i Pendenza superficiale per metro	$V = \frac{Q}{S}$ Velocità media	$K = V \cdot \sqrt{Ri}$ Coefficiente	$v^2$	$Kv$
1.	3,282	234,44	74,25	3,130	0,000260	1,931	67,69	3,729	130,70
2.	3,565	252,71	74,90	3,240	0,000262	2,030	69,67	4,121	141,42
3.	3,805	270,55	75,90	3,560	0,000300	2,320	70,99	5,382	164,73
4.	4,078	290,74	76,90	3,710	0,000320	2,359	68,46	5,565	161,50
5.	4,380	313,74	77,95	4,020	0,000358	2,648	69,80	7,012	184,83
6.	4,593	326,42	78,20	4,170	0,000383	2,812	70,43	7,907	198,05
7.	4,838	348,60	79,80	4,360	0,000400	2,885	69,08	8,324	199,30
8.	5,230	378,21	81,06	4,540	0,000405	2,988	69,68	8,928	208,20
9.	5,600	407,71	82,03	4,820	0,000420	3,266	72,62	10,666	237,15
					$a = 66,10$	$\Sigma V = 23,239$	$\Sigma K = 628,42$	$\Sigma v^2 = 61,634$	$\Sigma Kv = 1625,88$
					$b = 64,700$				

N.° 2.

*Calcolo delle varie parti delle Porte.*

**Pressione idrostatica sulla Porta:**

Poichè presso la porta l'acqua è stagnante così essa porta va soggetta alla pressione idrostatica.

Larghezza della porta metri 6,75

Altezza della porta metri 4,90

Altezza del centro di gravità metri 2,45

Superficie metri  $4,90 \times 6,75 = 33,08$ .

Siccome la pressione idrostatica è data dalla superficie della parete, moltiplicata per l'altezza del centro di gravità dalla superficie di livello, e pel peso di un metro cubo di acqua che è di 1000 Kg. abbiamo:

Pressione idrostatica =  $33,08 \times 2,45 \times 1000 = 81000$  Kg.

Ora questa pressione si ha quando la porta è chiusa, sicchè metà la soffrono i cardini e metà le portine, perciò se chiamiamo con P queste pressioni abbiamo:

$$\frac{P}{2} = \frac{81000}{2} = 40500 \text{ Kg.}$$

**Pressione sulla Portina**

Larghezza delle portine 1<sup>m</sup>,60.

Superficie  $1,60 \times 4,90 = 7<sup>m</sup>,84$ .

Pressione idrostatica:  $7,84 \times 2,45 \times 1000 = 19208$ .

Della quale pressione metà è sofferta dai cardini e l'altra metà dal braccio che mantiene chiusa la portina; così:

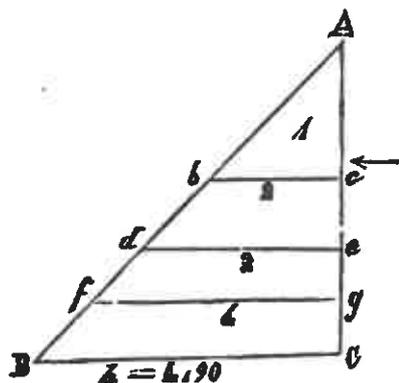
$$\frac{P'}{2} = \frac{19208}{2} = 9602 \text{ Kg.}$$

**Pressione sul braccio.**

Il braccio deve sostenere la metà della pressione sulla porta e metà della pressione sulla portina; per cui dovrà sostenere  $\frac{P}{2} + \frac{P'}{2} = 40500 + 9602 = 50102$  Kg; ma siccome questo braccio non è normale alla portina, ma fa con questa un angolo di 30°; angolo da noi scelto per avere una minima pressione sul braccio. Se la pressione suddetta si scompone in due, una nella direzione della portina e l'altra nella direzione del braccio, cosicchè questa sarebbe espressa da  $\frac{50102}{\text{Sen}30^\circ} = 2 \times 50102 = 100204$  Kg; per sostenere

questa pressione dovremmo applicare nel centro di pressione che è ai  $\frac{2}{3}$  4<sup>m</sup>,90 dal livello superiore un braccio molto grosso, per cui abbiamo pensato di mettere quattro bracci di legno a sezione quadrata alle cui estremità vi sono attaccati dei collari che girano in perni messi in alcune scatole di ghisa fissate all'estremità dei travi delle portiere e alle chiocciole mobili delle viti. Per fare di uno spessore uniforme questi bracci bisogna che soffrano tutti eguale pressione, e per ottenere ciò procediamo in questo modo:

Si sa che la pressione idrostatica su di una faccia è rappresentata dalla superficie di un triangolo rettangolo isoscele, avente i due lati eguali all'altezza d'acqua, moltiplicata per l'estensione della lunghezza, per cui nel nostro caso, ci basta costruire questo triangolo, dividerlo in quattro superficie eguali, trovare l'altezza dei centri di gravità di queste superficie ed applicare a quelle altezze i bracci nelle estremità delle portine e così avremo che i bracci soffriranno tutti la stessa pressione.



Sia A B C questo triangolo,  $h$  la sua altezza eguale alla base, la sua superficie sarà rappresentata da  $\frac{h^2}{2}$ . Dobbiamo scomporlo nelle quattro superficie eguali  $Abc$ ,  $bcde$ ,  $defg$ ,  $fgBC$ .

Chiamiamo

$$\begin{cases} x = Ac = bc \\ x' = Ae = de \end{cases} \quad \begin{cases} x'' = Ag = fg \\ x''' = Ac = BC \end{cases}$$

$$\text{avremo: } \frac{x^2}{2} = \frac{h^2}{8}, \quad \frac{x' + x'}{2} (x'' - x') = \frac{h^2}{8}, \quad \frac{x''' + x''}{2} (x''' - x'') = \frac{h^2}{8}$$

facendo  $h = 4,90$  e risolvendo questa equazioni si ha:

$$\frac{x^2}{2} = \frac{4,90^2}{8} = \frac{24,01}{8}; \quad x^2 = 6, \quad x = 2,45$$

$$\frac{x''^2 - x'^2}{2} = \frac{4,90^2}{8} \quad \text{ovvero: } \frac{x''^2}{2} - 3 = 3, \quad x''^2 = 12, \quad x'' = 3,46$$

$$\frac{x'''^2 - x''^2}{2} = 3, \quad x'''^2 = 18, \quad x''' = 4,24$$

$$\frac{x''''^2}{2} - 9 = 3, \quad x''''^2 = 24, \quad x'''' = 4,90$$

ciò che doveva essere.

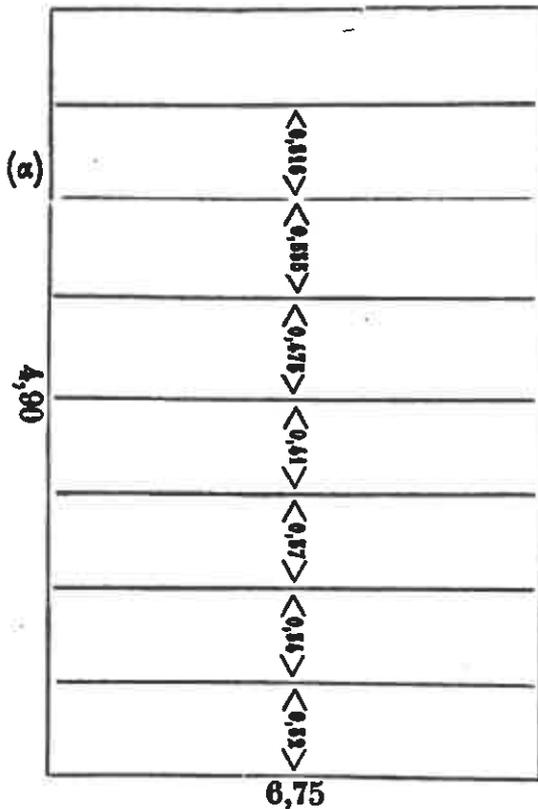
Avute così le basi del triangolo e dei trapezi, possiamo ricavarne le altezze e si hanno queste  $a'$   $a''$   $a'''$   $a''''$ ;

abbiamo:  $a' = x = 2,45$ ,  $a'' = x' - x = 1,01$ ,  $a''' = x'' - x' = 0,78$ ,  $a'''' = x''' - x'' = 0,66$ .

Passiamo ora alla ricerca dell'altezza dei vari centri di gravità di queste superficie dalle loro basi inferiori, e chiamiamo queste altezze  $a$  cominciando dal trapezio inferiore con  $g'$   $g''$   $g'''$   $g''''$ ; abbiamo la formola:

$$g = \frac{a - b}{3} \frac{a + 2b}{a + b}$$

essendo  $a$  la base inferiore e  $b$  la superiore, sicchè applicandola al nostro caso abbiamo:



$$g' = \frac{4,90 - 4,24}{3} \frac{4,90 + 4,24}{4,90 + 4,24} = \frac{0,66}{3} \frac{9,14}{9,14} = 0,22 \quad (1)$$

$$g'' = \frac{4,24 - 3,46}{3} \frac{4,24 + 3,46}{4,24 + 3,46} = 0,26 \frac{7,70}{7,70} = 0,26 \quad (2)$$

$$g''' = \frac{3,46 - 2,45}{3} \frac{3,46 + 2,45}{3,46 + 2,45} = \frac{1,01}{3} \frac{5,91}{5,91} = 0,337 \quad (3)$$

Avute così queste altezze abbiamo disposto le travi orizzontali della porta in modo che ne capiti uno all' altezza di ciascun centro di gravità delle suddette superficie, e le altre le abbiamo disposte simmetricamente quasi attorno a queste travi poste sui centri di

gravità come vedesi nella fig. schematica (a) e nelle figure tav. (2.°).

Andiamoci ora a calcolare la sezione dei travi della porta e scegliamo una sezione come nella figura. Possiamo considerare ciascuna di esse come un solido appoggiato agli estremi e gravato da un peso uniformemente distribuito nella sua lunghezza.

Il peso che gravita sull' unità di lunghezza è di Kg. 1600 = p, si ha la formola:

$$p = 1600, l = 6,75, R = 0,6 \text{ (pel legno quercia)}$$

$$n = 330, \frac{1}{8} pl^2 = \frac{RI}{n}$$

$$I = \frac{220660^2 - 220^4}{12} = \frac{63249120000 - 2342560000}{12}$$

$$= \frac{60906560000}{12}; \frac{1}{8} pl^2 = \frac{1}{8} 1600 \times 6,75^2 = 9112$$

$$9112 = \frac{60906560000}{330}, = \frac{50000 \times 6090656000}{33} = 9228$$

Sicchè ci è un piccolo eccesso di resistenza adottando la sezione (a).

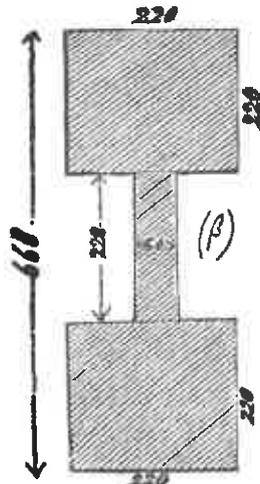
Calcoliamo l' anima che deve resistere allo sforzo tagliante.

Il massimo sforzo tagliante è dato dalla reazione su di uno appoggio, reazione uguale

$$a \frac{1600 \times 6,75}{2} = 5400 \text{ (essendo } 6,75 = l).$$

La formola è:  $P = R\omega, R = 0,6, \omega = 220x, 5400 = 0,6\omega,$

$$5400 = 0,6 \times 220 \times x, x = \frac{5400}{132} = 40 \text{ millim.}$$



Travi sulle portine.

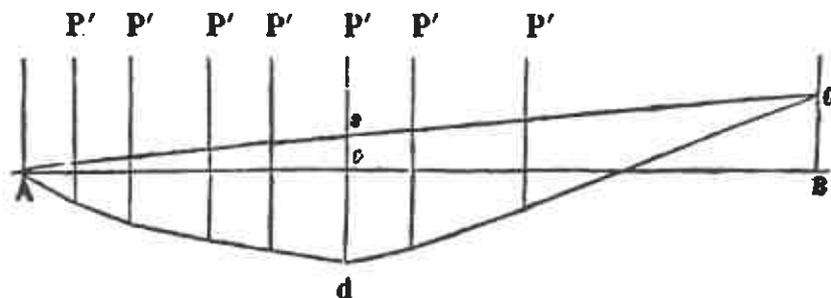
Lunghezza 1<sup>m</sup>,60 — Essendo la pressione totale sulla portina di Kg. 19208, come avanti, se mettiamo quattro travi all'altezza dei centri di gravità delle superficie eguali in cui è stato diviso il triangolo della pressione abbiamo che ciascuna trave supporterà  $\frac{19208}{4} = 4800$  Kg. e per metro lineare  $\frac{4800}{1,60} = 3000$ , sicchè  $\frac{1}{8} 3000 \times 1,60^2 = 600000 \frac{1}{8}$

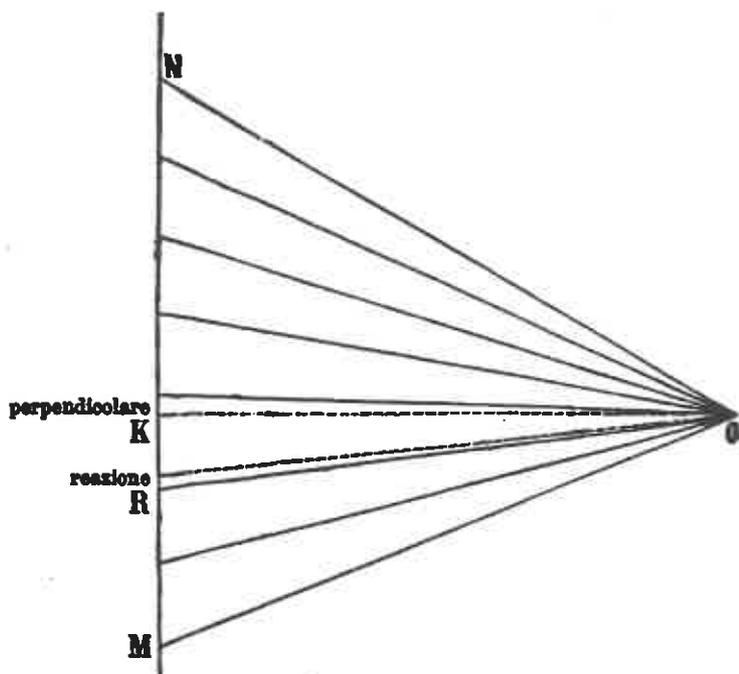
Adottando la sezione  abbiamo  $I = \frac{220^4}{12} = \frac{2342560000}{12}$ . Per cui

$\frac{1}{8} 3000 \times 1,60^2 = 960$ ;  $960 = \frac{600000 \frac{2342560000}{12}}{110} = \frac{50000 \times 2342560000}{110}$ ; da cui staccando 9 cifre per ridurre a millim. si ha;  $960 < 1064$ ; cosicchè anche qui ci è abbastanza eccesso di stabilità essendo il secondo termine maggiore del primo.

Calcolo del ritto girante della porta.

Al ritto girante della porta stanno incastrati i travoni orizzontali di essa, ciascuno dei quali essendo gravato di un peso di Kg: 10800 uniformemente distribuito avremo che, non tenendo conto dei due travoni estremi formanti il quadro poichè essi non soffrono altro peso che  $\frac{1}{4}$  delle altre travi, su ciascuno appoggio si esercita una pressione di  $\frac{10800}{2} = 5400$  Kg: Per cui siamo al caso di un solido appoggiato ai due estremi e gravato da pesi eguali (di Kg: 5400) posti nella sua lunghezza in vari punti. Questi pesi sono al numero di sette, considerando i due travoni estremi come non soffrenti pressione. Per semplicità di calcolo ci avvalghiamo della Statica Grafica. Facciamo la scala delle lunghezze di  $\frac{1}{50}$ , e la scala delle forze la facciamo in modo che 0<sup>m</sup>,001 corrisponde a 540 Kg:



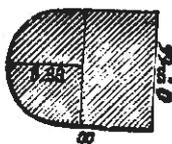


AB rappresenti l' altezza del ritto girante della porta e le forze P' sono applicate sugli assi delle travi orizzontali incastrate sul detto ritto girante, escluse le due travi formanti il quadro. Se tiriamo la parallela AC nel poligono dei momenti sino al vertice che più s'innalza da AC, vediamo che la massima ordinata e *cd* ossia l'ordinata che corrisponde alla quinta forza. Essa essendo lunga millimetri 14,50 rappresenta:

Kg:  $14,50 \times 540 = 7830$  Kg.  
Per avere il momento moltiplichiamo (come si sa dalla Statica Grafica) questo numero per OK, normale condotta dal polo O al

poligono delle forze, essa è eguale a millimetri 67,50 che alla scala di  $\frac{1}{50}$  corrispondono a  $3^m,375$ . Per cui:  $\mu = 7830 \times 3,375 = 26426,25$ ; il quale valore di  $\mu$  dobbiamo sostituire nella equazione della resistenza  $\mu = \frac{RI}{n}$ .

Ora abbiamo che la sezione del ritto girante è formata da una parte rettangolare di



lati  $0^m,660$  e di spessore  $x$ ; per cui dobbiamo cercare  $x$  dalla seguente equazione nella quale mettendo pel valore  $\mu$  quello ottenuto dianzi  $26426,25$  pel coefficiente di resistenza pel legno  $F = 600000$ , e la distanza dal piano delle fibre invariabili  $n = 0^m,33$  sicchè si ha:

$$I = 0,02455 \times 0^m,66^4 + x \frac{0^m,66^3}{12} = \frac{26426,25 \times 0^m,33}{600000}$$

$$I = 0^m,0046645 + 0^m,0241x = 0^m,014534437 \text{ e quindi: } x = \frac{0,0145344 - 0,0036645}{0,0241} = 0^m,410.$$

#### Calcolo dei cardini.

Siccome la porta soffre una pressione dovuta all' altezza d' acqua, pressione che abbiamo trovato eguale ad 81000 Kg.; e pei cardini eguale ad  $\frac{81000}{2} = 40500$ , dobbiamo ora questa pressione scomporla in due, una applicata al cardine inferiore e l'altra al cardine superiore. Questa pressione non produce su i cardini che uno sforzo di taglio, sicchè la formola per trovare la sezione è:  $P = R_w$ .

Per mezzo del procedimento grafico tenuto nel calcolo del ritto girante dalla porta vediamo che la pressione esercitata sul cardine inferiore è rappresentata da  $MN =$  millimetri 49, che moltiplicati per 540 Kg: si ha  $49 \times 540 = 26460$ ; alla quale reazione dob-

biamo aggiungere quella dell'ultima trave orizzontale, che agendo sull'appoggio non si è tenuto conto nel calcolo dei momenti: essa è eguale a 1900; sicchè  $26460 + 1900 = 6\pi r^2$ , in cui 6 rappresenta il coefficiente di resistenza per millimetro quadrato ed  $r$  il raggio; donde:  $r^2 = \frac{28360}{18,832} = 1505$  ed  $r = \sqrt{1505} = 38$  millimetri.

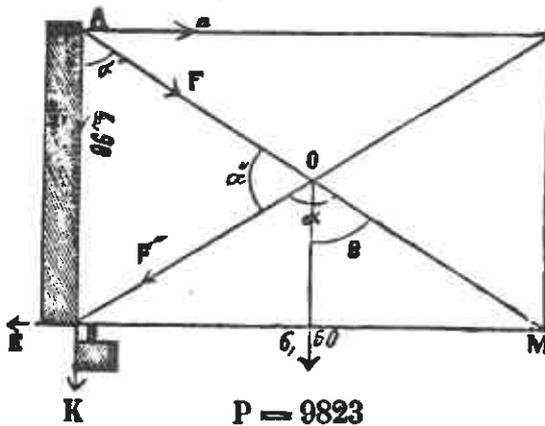
La quale spessore dobbiamo vedere se basta ancora a poter resistere il perno anche al peso della porta; il che vedremo in seguito.

**Cardine superiore.**

Dal suddetto calcolo grafico abbiamo che la reazione che soffre il cardine superiore è di  $21 \times 540 + 1900$  ossia 13240, donde:

$$13240 = 6 \times 3,14r^2, \quad r^2 = \frac{13240}{18,84} = 703, \quad r = \sqrt{703} = 26 \text{ millimetri.}$$

**Effetti del peso della Porta sui cardini e sul ritto girante.**



Abbiamo calcolato che il peso  $P$  della Porta è rappresentato da Kg: 9823 comprese le ferrature, quale peso dobbiamo intendere applicato nel centro di gravità  $O$ . La forza  $F$  possiamo ritenere che agisce secondo le diagonali, perciò sarà scomposta in due componenti, una secondo  $AO$  e l'altra secondo  $OB$ , che chiameremo  $F$  ed  $F'$ . Troviamo gli angoli che fanno esse diagonali.

Abbiamo:  $6,50 = 4,90 \operatorname{tg} \alpha', \quad \operatorname{tg} \alpha' = \frac{6,50}{4,90} = 1,326,$

$$\operatorname{arc} \operatorname{tg} 1,326 = 53^\circ, \quad \alpha'' = 180^\circ - 106^\circ = 74^\circ, \quad \alpha = 106^\circ, \quad \beta = 53^\circ.$$

Per cui  $F = \frac{9824 \operatorname{sen} 53^\circ}{\operatorname{sen} 106^\circ} = F'$ ;  $\operatorname{sen} 53^\circ = 0,7986, \quad \operatorname{sen} 106^\circ = 0,9703$

quindi  $F = F' = \frac{9823 \times 0,7986}{0,9703} = 8084$ . Scomponiamo ora  $F$  in due componenti una secondo  $AC$  e l'altra secondo  $AD$ .

$$AC = \frac{8084 \operatorname{sen} 53^\circ}{\operatorname{Sen} 90^\circ} = 6455, \quad AD = \frac{8084 \operatorname{sen} 37^\circ}{\operatorname{sen} 90^\circ} = 4858.$$

Di queste due forze  $AC$  tende a tagliare il perno, per cui bisogna aggiungere anche quest'altro sforzo al calcolo del perno superiore per trovarne lo spessore. Sicchè  $4858 = 6 \times 3,140r^2, \quad r^2 = \frac{4858}{18,84} = 257, \quad r = \sqrt{257} = 18$  millimetri.

Questo cardine va soggetto anche ad una pressione eguale alle due componenti  $AD$  e  $BK$ , ossia  $2 \times 4858 = 9716 = 6 \times 3,14r^2, \quad r^2 = \frac{9716}{18,84} = 515, \quad r = \sqrt{515} = 25$  millim.

Per cui il cardine colle dimensioni di sopra dette basta ancora per resistere alla compressione, anzi questa agevola la resistenza del pezzo.

Per opporsi all'azione della forza  $F$  mettiamo un tirante in ferro secondo la diagonale  $AM$ , il quale avrà la sezione  $\omega = \frac{P}{R}$  ossia :  $3,14r^2 = \frac{8984}{6}$ ,  $r^2 = \frac{1347}{3,14} = 249$ ,  $r = \sqrt{249} = 21$  millim. Il perno superiore abbiamo visto che deve avere  $r = 26$  millim. ora tenendo conto dell'azione del peso dobbiamo aggiungere 18 millim. ed avremo :  $26 + 18 = 44$  millim.

Calcolo del collare del cardine superiore.



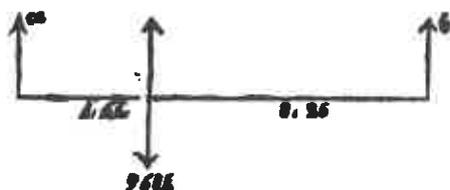
Questo collare è assoggettato ad uno sforzo di tensione dovuto alla risultante  $R$ . Sia  $cd$  una sezione normale alla direzione della risultante. Se facciamo

$$a = 0,04 \text{ avremo: } 14729 = 6 \times 40^{mm} \times 2b, \quad 2b = \frac{14729}{40^{mm}} = \frac{368}{6} \text{ e.}$$

$$b = \frac{184}{6} = 30 \text{ millim.}$$

Calcolo dei cardini delle portine.

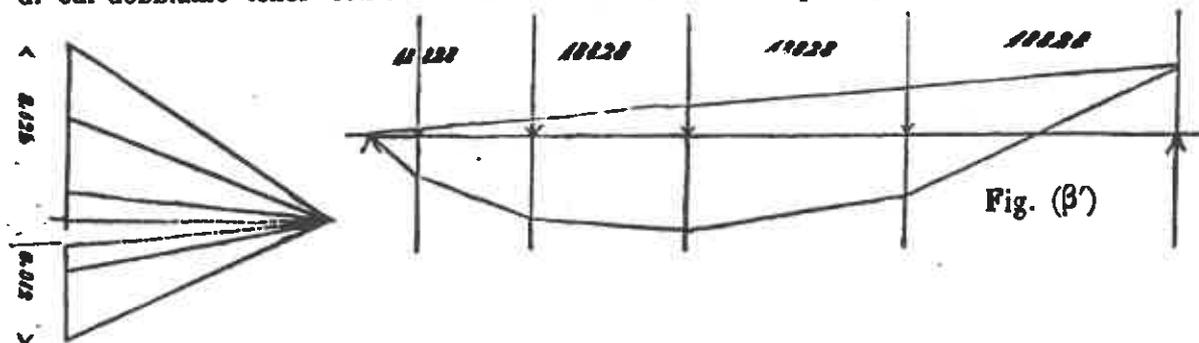
I cardini delle portine soffrono una reazione dovuta alla metà della pressione che soffre la portina; ossia a  $\frac{19208}{2} = 9604$ , pressione applicata ai  $\frac{2}{3}$  4,90 ossia a  $\frac{9,80}{3} = 3,26$ ; sicchè il cardine superiore soffre la reazione  $b = \frac{9604 \times 1,64}{240} = 3213$  ed il cardine inferiore a  $b' = \frac{9604 \times 3,26}{4,90} = 6391$ .



Chiamiamo  $r$  il raggio del cardine superiore, abbiamo  $3213 = 6 \times 3,14r^2$ ,  $r^2 = \frac{3213}{18,84} = 170$ ;  $r = \sqrt{170} = 13$  millim. Similmente chiamando  $r'$  il raggio del cardine inferiore abbiamo:

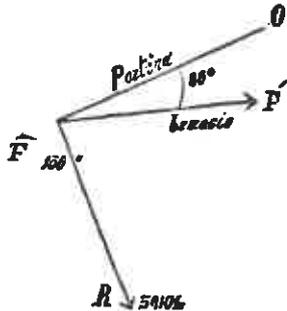
$$r'^2 = \frac{639100}{18,84} = 339 \quad r' = \sqrt{339} = 19 \text{ millim.}$$

Al principio di questa appendice abbiamo notato parlando della pressione sul braccio, che la pressione sulla portina si scomponeva in due, una secondo il braccio e l'altra secondo la direzione della portina; componenti di cui dobbiamo tener conto nel calcolo dei cardini della portina medesima. Abbiamo un



solido appoggiato in due estremi e gravata da forze eguali applicate in vari punti. Ci serviremo della Statica Grafica, facendo la scala delle lunghezze  $\frac{1}{50}$  e la scala delle forze

un millimetro per ogni 2092 Kg: Il braccio fa un angolo con la direzione delle portine di  $30^\circ$ , per cui scomponendo la forza R normale alla portina in due secondo F ed F' abbiamo:  $F = \frac{50104 \text{sen} 60^\circ}{\text{sen} 150^\circ} = \frac{50104 \times 0,963}{0,642}$



$= 75312$ , che diviso per 4 dà 18828.

Le quattro forze come si scorge dalla fig. ( $\beta$ ) producono sul cardine inferiore  $2092 \times 24 = 50208$  di reazione. Per cui componendo questa reazione colla reazione dovuta alla pressione idrostatica sulla portina abbiamo:

$$R = \sqrt{50208^2 + 6391^2} = 50707; \text{ quindi } r = \sqrt{\frac{R}{\pi R_1}}, r^2 = \frac{50707}{18,84} = 2691,$$

$$r = \sqrt{2691} = 52 \text{ millim. Il cardine superiore soffre una reazione}$$

$$R = \sqrt{25104^2 + 3213^2} = 25312, \text{ ed } r = \sqrt{\frac{R}{\pi R_1}}, r^2 = \frac{25312}{18,84} = 1344, r = \sqrt{1344}$$

$$= 36 \text{ millim., il raggio del cardine superiore.}$$

Calcolo dei bracci che sostengono chiusa la portina e la porta.

Abbiamo trovato che lo sforzo di compressione che soffre ciascun punto di applicazione del braccio è di Kg:  $\frac{50104}{4} = 12526$ ; sul braccio sarà:  $\frac{12526}{\text{sen} 30^\circ} = 12526 \times 2 = 25052$ .

Volendo fare il braccio di legno quercia, essendo 0,6 il carico di sicurezza  $R_1$ , per mill. q. si ha la sezione  $\alpha = \frac{P}{R_1}$ .

$$\frac{250520}{6} 41666 \text{ millim. q. ed } l = \sqrt{41664} = 0^m,204.$$

Calcolo del perno di articolazione del braccio.

Questo perno ha due sezioni che resistono allo sforzo di taglio, sicchè una sola sezione deve resistere a  $\frac{25052}{2} = 12526$ , per cui  $12526 = 6 \times 3,14r^2$ ,  $r^2 = \frac{12526}{18,84} = 664$ ,  $r = \sqrt{664} = 26 \text{ millim.}$

Calcoliamo ora la grossezza del cardine inferiore. Esso deve resistere allo sforzo di Kg.  $40500 - 13500 = 30000$ . Per cui la formola essendo  $P = R\alpha$ ,  $30000 = R\alpha$ ,  $\alpha = \frac{30000}{6} = 5000 \text{ millim. q. } \alpha = \pi r^2$ ,  $r^2 = \frac{5000}{2,14} = 2336 \text{ millim. q. } r = \sqrt{0,001596}$

$= 0,04$ . Per cui il perno dalla ralla inferiore sarà di  $r = 0,04$ .

Calcolo della vite.

Pressione sulla vite 11000 Kg. = P; sicchè per determinare la sezione del nocciolo della vite mettiamo  $R_1 = 8 \text{ Kg.}$  poichè il lavoro non è continuo, ma dura pochi secondi.

Sicchè:  $P = R\alpha$ ,  $P = 11000 = 8\pi r^2 = 8 \times 3,14 r^2$ ,  $r^2 = \frac{11000}{25,12} = 437$ ,  $r = \sqrt{437} = 20,90$   
 $r = 0,021$ ,  $d = 0,042$ .

Usando le formole che il Releaux ci dà a pag. 166 nel suo *Constructeur* abbiamo, che essendo il diametro del nocciolo  $d$ ,  $= 0,46 \sqrt{P} = 0,46 \sqrt{11000} = 0,46 \times 104 = 47$  millimetri.

Chiamando  $t$  la profondità del filetto si ha:  $t = \frac{d}{8} = \frac{47}{8} = 6$  millim.

La chiocciola del collare che sostiene i due bracci deve avere un numero di passi  $= i$ ; e ciò perchè la pressione contro i filetti non superi  $\frac{1}{2}$  Kg. per millim.  $q$ .

$$i = 7 \frac{P}{d^2} = 7 \frac{11000}{47^2} = \frac{77000}{2209} = 34$$

L' altezza del passo è

$$S = \frac{d}{4} = \frac{47}{4} = 11^{\text{mm}},75$$

sicchè la lunghezza del collare è uguale a  $0^{\text{m}},01175 \times 34 = 0^{\text{m}},3965$ .

Calcoliamo ora lo sforzo necessario a vincere la resistenza del peso  $P$ ; chiamando con  $F$  questo sforzo con  $b$  il braccio di leva, con  $r$  il raggio del cilindro cui è avvolta l'elica media, con  $i$  l'angolo che la tangente forma coll'orizzontale abbiamo:  $\text{tgi} = \frac{h}{2\pi r}$ ,

essendo  $h$  l' altezza del passo di questa elica media  $F = P \frac{r}{b} \frac{\text{sen}i + \text{cos}i}{\text{cos}i + f\text{sen}i} = P \frac{r}{b} \text{tg}(i + \varphi)$ , essendo  $\varphi$  l'angolo di attrito di cui la tangente è  $f$ ;  $h = 0^{\text{m}},01175$ ,  $f = 0,19$  (tra ghisa e ferro),  $\text{arc tg } 0,19 = 10^{\circ}$ ,  $26' = \varphi$ ,  $r = \frac{47}{2} + \frac{6}{2} = 0,0565$ ,  $i = \text{arc tg } 0,070604 = 4^{\circ}10'$ , per cui:

$$F = 11000 \frac{0,0265}{b} \text{tg}(4^{\circ}10' + 10^{\circ},46') = 11000 \frac{0,0265}{b} 0,265$$

$$= \frac{11000}{b} 0,0070225 = \frac{77,25}{b}; \text{ facendo } b = 0^{\text{m}},30 \text{ si ha:}$$

$F = \frac{77,25}{0^{\text{m}},30} = 257,50$ ; moltiplicando questo per 4 braccia si ha uno sforzo di  $257,50 \times 4 = 1030$ . Sforzo che può esser vinto da soli uomini mediante il sistema d'ingranaggio che abbiamo adottato, cosicchè adoperando le turbine per aprire le porte non solo possiamo vincerlo, ma possiamo dare una grande velocità.

Pressione esercitata dalla ciocciola sulla vite.

Supponiamo che nel momento in cui si apre la porta l'acqua si mantenga ad un livello di  $4^{\text{m}},90$ . È chiaro che a misura che la porta si va ad aprire la pressione sulla vite cresce, per cui la nostra massima pressione l'abbiamo nel momento di aprirsi la

porta: Ora facendo l'analogo disegno si vede che l'angolo che il braccio fa colla portina è di  $76^\circ$ , la pressione sul braccio sarà data da  $\frac{12526}{0,91} = 14000$ . Ora siccome i due bracci fanno un angolo di  $134^\circ$  si deve trovare la risultante delle due forze  $F = 14000$  ed  $F' = 14000$  ed il cui angolo è  $134^\circ$ . Si ha dunque la massima pressione:

$$\begin{aligned} R^2 &= F^2 + F'^2 + 2 FF' \cos (F.F') \text{ ossia } R^2 = 14000^2 + 14000^2 - 2 \times 14000 \cos (F.F') \\ &= 196000000 \times 2 + 2 \times 196000000 \cos (F.F') = 392000000 - (392000000 \times 0,6946) \\ &= 119560000 \text{ ed } R = \sqrt{119560000} = 11000 \text{ Kg.} \end{aligned}$$

Calcolo dei paradori delle stilate, uno dei quali fa da stipite delle porte.

La metà della pressione che soffre la porta abbiamo trovato che è di Kg. 40500, la quale è applicata ad  $\frac{1}{3}$  dell'altezza ossia ad  $1^m,70$  della base. Scomponiamo questa forza in due componenti applicate ai cardini ed abbiamo:

$$F \times 1,70 = F' \times 5,10, \quad F' = \frac{F \times 1,70}{5,10} = \frac{40500 \times 1,70}{5,10} = 13500.$$

Cosicchè anche l'altra porta che è attaccata allo stesso stipite produrrà una pressione di 13500 Kg. Queste due pressioni sono ciascuna normale alle due porte, cosicchè fanno tra loro l'angolo di  $60^\circ$ . Per cui possiamo trovare la risultante, la quale produrrà un momento infletteute  $\mu = 50 \times 5,10$ : trattandosi nel nostro caso di un solido incastrato ad un estremo e gravato da un peso nell'altro. Facendo gli analoghi calcoli che per brevità smettiamo, si vede che la stilata da noi adottata come si vede nel disegno delle porte, resiste di vantaggio all'azione di essa. Questo calcolo però vale per i paloni estremi dove è attaccata una sola porta; per calcolare quelli intermedi a cui sono attaccate due porte, si è dovuto moltiplicare le spinte su i cardini per  $\cos 30^\circ$  onde trovare la componente secondo i paloni. Sicchè essendo la spinta 27000 si ha:

$27000 \times \cos 30^\circ = 27000 \times 0,86 = 23220$  Kg. sicchè  $\mu = 23220 \times 5,10 = 118422$ , e facendo i paloni di  $0^m,30$  calcolando analogamente come nel caso precedente si ha  $\mu = 118422$  ed  $\frac{Rl}{\mu} = 135400$ .

#### Saracinesche.

Prima di lasciare questo argomento delle Porte crediamo indispensabile di dare alcuni dettagli sulla costruzione e manovra di esse, specialmente sulle saracinesche. Sulle portine vi sono delle saracinesche fatte a ventaglio cioè sonovi tre aperture rettangolari praticate nelle portine stesse. Queste aperture vengono chiuse mediante una sopraporta anche rettangolare del medesimo legno tra loro connesse, scorrenti in telai fissati con piastre di ferro e merci grimagliere e leve. Esse sopraporte si manovrano mercè dette leve dalla parte superiore delle portine e vi si accede dalle porte stesse con scala di ferro a mano. Quando si vogliono scovrire le luci basta tirare queste saracinesche adoperando un sistema d'ingranaggio posta sulle portine stesse mosso da una leva che ingrana nella detta grimagliera. Queste porte sono rinforzate da stilate ciascuna di quattro paloni di dimensioni metri  $0,30$  per  $0,30$ , tra loro connessi per mezzo di croci a S. Andrea, ed affondati

sotto il salto di metro 0,50 nell'argilla. Su questi paloni è posta una passarella pel servizio delle porte e sulla quale gira l'albero orizzontale mosso dalle turbine e che fa aprire le porte.

L'altezza totale delle porte, come si è detto nella relazione è di metri 4,80 restano metri 0,40 di franco. Allorchè l'acqua comincia a superare quest'altezza si aprono le saracinesche e quindi le porte: queste resteranno aperte durante i mesi di Ottobre, Novembre e Dicembre in cui l'altezza d'acqua è superiore al detto limite, come si può riscontrare nella seguente tabella, in cui veggonsi calcolate in ciascun mese dell'anno la portata, l'altezza d'acqua, la velocità e la forza motrice. (Veggasi la Tavola seguente).

MESI	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Altezza della pioggia	9.12	7.32	7.11	6.26	4.91	3.84	1.63	3.30	7.45	10.33	11.89	10.19
Portata totale (Q <sub>1</sub> )	792.76	538.94	512.16	403.04	254.86	122.53	32.00	157.62	559.52	1035.20	1350.00	1008.90
Volume residuale (Q)	785.00	530.00	505.00	396.00	248.00	115.00	27.00	150.00	532.00	1028.00	1343.00	1002.00
Altezza d'acqua (y)	4.14	3.221	3.111	2.664	1.958	1.161	0.446	1.439	3.289	4.907	5.82	4.841
Adatura (h)	1.436	2.355	2.465	2.911	3.618	4.415	5.130	4.187	2.287	0.669	0.366	0.755
Forza motrice (F)	15030.1	16642	16593.8	14065.8	11963.5	6769.6	1846.8	8274	16832.3	9169.7	6553.8	9419.6
Velocità dell'acqua (V)	5.308	6.797	6.953	7.586	8.425	9.307	10.032	9.009	6.698	3.623	2.679	3.797
Volume che passa per ogni turbina (Q')	5.367	7.212	7.484	8.132	9.068	10.01	10.796	9.695	7.207	3.894	2.884	4.076
Forza motrice di ciascuna turbina (F')	101.63	226.42	243.62	315.74	437.34	589.25	788.44	534.77	219.9	34.7	14.07	39.94
Forza utilizzata dalle 25 turbine	2540.75	5660.50	6090.50	7893.50	10933.50	6769.6	1846.8	8274	5497	867.5	351.75	998.50
N.° delle turbine necessarie per utilizzare tutta la forza (N)	138	73.5	68	44.5	25.32	11.2	2.5	15.46	76.5	262	468	235.5
Residuo della forza motrice da utilizzare (F <sub>r</sub> )	12489.35	10981.50	10503.3	6172.30	1030	0	0	0	11334.8	8302.2	6202.05	8489.85

I valori contenuti in questo quadro sono le medie per ciascun mese, sicchè si possono avere i valori di ciascun giorno mercè interpolazioni: essi sono stati calcolati con le seguenti equazioni:

$$h = 5.576 - y; \quad v = \sqrt{2gh}, \quad Q' = 1.064v', \quad v' = \frac{0.95v}{\cos\alpha} = 4.48 \sqrt{h}$$

$$F = \frac{1000Qh}{75}, \quad F' = \frac{1000Q'h}{75}, \quad N = \frac{F}{F'}, \quad F_r = F - 25F', \quad Q = Q_1 - 7m^c$$

*Filtro.*

Per non interrompere il corso delle opere relative al presente progetto abbiamo stimato (affinchè non si abbia menomamente a dubitare sulla probabilità dell'acqua da noi derivata dal fiume Volturno) dimostrare in appendice:

1.° Che le acque correnti dei fiumi e riviere non lasciano nulla a desiderare circa la potabilità a preferenza di quella delle sorgenti naturali o artificiali che siano.

2.° Ammesso anche che per estrinseche circostanze queste acque vengono alcun poco alterate, possono senza dubbio venir modificate senza veruna difficoltà mediante i mezzi che la pratica di tutti i luoghi ci suggerisce.

In effetti una sorgente o fontana naturale, secondo M. I. Dumas — *Science des Fontaines* — non è altro che dell'acqua che esce per se stessa dalla terra da un serbatoio sotterraneo *ordinariamente* scavato dalla natura e alimentato dalle acque pluviali. Che questo serbatoio sia scavato dalla natura o dalla mano dell'uomo non muta perciò la natura dell'acqua, perchè gli effetti sono gli stessi. L'acqua di alimentazione proviene dalle piogge, le quali cadendo sul terreno non solo trasportano seco tutte le sostanze solide e gassose contenute nell'aria, di natura sia organica che minerale, ma s'impregnano parimenti di tutte quelle materie vegetali ed animali in putrefazione che incontrano alla superficie del suolo. Da tali impurità restano purgate attraversando strati di terreno più o meno permeabili.

Questo però non sempre avviene perfettamente, dappoichè spesso attraversando questi strati permeabili incontra dei sali solubili in modo che tenendoli in soluzione ne risente ancora quando ricomparisce alla superficie. Ora se si ritengono pure siffatte acque e tali da poter senza alcun pregiudizio servire alla economia animale, non diversamente si deve giudicare delle acque dei fiumi. In effetti se queste contengono dei sali e specialmente del carbonato di calcio, ciò avviene sempre per un eccesso di acido; che se questo viene a sprigionarsi per una causa qualunque il sale si precipita. Ciò avviene appunto nelle acque correnti dei fiumi, le cui molecole fanno un continuo movimento, esposte sempre all'azione della luce e dell'aria che, sono i due agenti più potenti per la evaporazione. Da ciò emerge che se le acque sorgenti hanno il difetto di contenere dei sali, questo resta eliminato nelle acque dei fiumi tanto più per quanto il loro corso si prolunga e si estende. Soggiungeremo inoltre che una delle buone qualità essenziali per un'acqua potabile si è quella di essere aerea. Ora le acque delle sorgenti attraversando gli strati del suolo perdono grandissima parte dell'aria atmosferica che contenevano.

Al contrario scorrendo lungo tempo sempre all'aria aperta negli alvei dei fiumi non possono fare a meno di assorbire la quantità di ossigeno necessaria alla loro saturazione. Una questione abbastanza seria in apparenza potrebbe preoccupare qualcuno. Quale influenza deleteria non eserciterà sulle acque la riunione inevitabile di tanti principi corruttori prodotti nei fiumi da avvanzi di materie organiche che vi potranno essere immesse o accidentalmente per industrie che vi si possono esercitare o per altre condizioni locali, come sarebbe la immissione dei corsi luridi o delle acque di rifiuto dei grandi centri di abitati; quale cosa non si avvera per niente nel nostro Volturno.

A questa obbiezione risponderemo servendoci delle parole di G. Grimaud de Gaux

nella sua opera: *Des eaux publiques et de leur application*—Ceci paraîtra paradoxal (dice il citato autore) la vérité est pourtant que cette influence est nulle ou à peu près.

Ed in appoggio di tale assertiva l'autore si riferisce ad un fatto sperimentale abbastanza potente: chi non conosce il movimento e la popolazione della città di Parigi? Quante impurità non debbono immettersi nella Senna sia per il lavaggio delle strade, sia per le condutture immonde e le acque luride che ivi mettono foce?

Ebbene l'analisi accurata delle acque di questo fiume, fatta ripetute volte da valenti chimici la cui competenza non può entrare in discussione, ha trovato una differenza insignificante nei principi costituenti l'acqua della Senna presa a monte di Parigi e quella a valle.

Questa impossibilità di ritrovare nelle analisi delle acque dei fiumi delle tracce manifeste dei principi corruttori non è ancora tanto spiegabile come potrebbe credersi a prima giunta. Soltanto si può dire che queste materie corruttrici vegetali o animali sono in piccola quantità relativamente al volume di acqua in cui circolano; esse arrivano nel fiume in uno stato di decomposizione organica più o meno avanzata. Ora questa decomposizione non è che la separazione naturale dei loro principi costituenti, i quali da un lato sono delle sostanze gassose che si evaporano e si combinano poco colle acque correnti, e dall'altra sono dei principi fissi, i quali non ancora sopraffatti dalla decomposizione o cadono al fondo o vi restano in sospensione. Per depurarle perfettamente basta farle attraversare un filtro costituito di sabbia e ghiaia minuta, oppure secondo le recenti scoperte di G. Bischof di Glasgow per rendere l'acqua affatto immune da qualsiasi impurità sia organica che minerale basta farla filtrare attraverso uno strato di ferro spongioso, cioè ferro metallico che fu preparato senza fusione e si trova quindi allo stato di grande suddivisione e come una spugna. Inoltre sappiamo che con un nuovo processo adottato nella città di Parigi le acque di rifiuto di questa città sono spinte mediante pompe su di una vasta estensione di terreni coltivati dei dintorni. E queste acque dopo aver servito colle loro impurità a fertilizzare queste terre, dopo essere state assorbite vengono fuori dai pozzi ivi cavati perfettamente limpide e senza sapore (V. *Année scientifique et industrielle*; Figuer, an. 1878 p. 311). Ciò posto crediamo utile menzionare la questione messa in discussione nell'adunanza Tedesca *für Gesenrdheitspflg* in Danzica, cioè: *se l'acqua di fiume sia potabile dal punto di vista sanitario*. L'adunanza di Danzica in base ad un rapporto del Richardt emise il parere con 49 voti contro 35 di dare la preferenza alle acque di sorgente, sia anche artificiale, nella somministrazione di acqua potabile. Ora per quanto abbiamo precedentemente esposto il far passare l'acqua derivata dal fiume per una galleria filtrante, ciò non diversifica punto da una sorgente artificiale; e così lo vediamo adottato nell'acquedotto di Bologna, di Cagliari ecc. Inoltre in altra adunanza di Diissetdorf in base di un rapporto fatto da un tecnico si è adottato con due voti di maggioranza la massima che: *le acque di sorgente e di fiume sono eguali dal punto di vista sanitario*; come si trova riferito a pag. 276 parte 1.<sup>o</sup> dell'annuario scientifico industriale anno 1878 — Milano.

N.° 4.

#### *Turbine.*

Prima di passare alla determinazione delle dimensioni e numero delle turbine e d'uopo sapere la quantità di acqua disponibile in piena ed in magra specialmente: è vero però

che il volume di acqua in piena essendo più grande e la caduta piccola sarebbe appunto un dato principale questo a sapersi, poichè per questo volume si debbono proporzionare le dimensioni delle turbine affinchè potesse passare per le direttrici e palette delle ruote liberamente un massimo volume di acqua. Però perchè si potesse sapere la massima forza disponibile in tempo di magra non che il numero delle turbine, è d'uopo che questa portata venisse ben determinata: perciò noi in diverse epoche l'abbiamo sempre rinvenuta essere di circa 50 metri cubici, avendone eseguita la misura sia con galleggianti sia col tubo di Pitot; ecco perchè noi abbiamo fatto assegnamento su di un volume residuale di metri cubici 27, come si riscontra nella relazione, per la sola forza motrice poichè per la irrigazione della sponda sinistra vi occorrono altri metri cubici 5 e sulla sponda destra metri cubici 1,20 e per la condotta forzata m. c. 0,70 che in uno sono metri cubi 7 in cifra rotonda; sicchè uniti ai detti metri cubi 27 per la forza motrice sono m. c. 34. Però i detti m. c. 27 dopo passati per le turbine andrebbero sottocorrente nel fiume da non far turbare punto il suo regime ordinario in magra poichè basterebbe appena un quarto di questo volume. Intanto il Ministero dei LL. PP. portò nelle sue monografie che in massima magra si hanno m. c. 32; che noi non possiamo affatto ritenere e ne facciamo qui un' ampia dimostrazione non però colle nostre osservazioni che abbiamo appositamente trasandate ed appena accennate poichè con esse avremmo forse oltre 50m.c. ma con gli stessi dati fornitici dalle anzidette monografie in quanto a pendenza che da Grazzanise fino alla volta di Coricchiano è di 0<sup>m</sup>,27 per chilom. ed  $i = 0,00027$ . Abbiamo poi una sezione sottocorrente Canello ed Arnone ricavata dal progetto di un ponte in legno con pile in muratura progettato dall' Ing. Mililotti già Direttore di quelle Bonifiche, dalla quale sezione si vede il livello delle magre che in punto solo raggiunge la profondità di 1<sup>m</sup>,28 e nella detta monografia si riscontra che in tempo di magra la minima altezza d'acqua è di metri 1,30: basterebbe solo questo elemento per far vedere che in quella sezione di larghezza 90<sup>m</sup> in bocca e quasi 85<sup>m</sup> al fondo si ha una sezione  $\alpha$  di m.q. 116,25, il perimetro bagnato P di 92<sup>m</sup> ed il raggio medio  $R = \frac{\alpha}{P}$  di 1<sup>m</sup>,263. Ed applicando la formola da noi ottenuta per la velocità:

$$v = \frac{b}{\frac{1}{\sqrt{Ri}} - a}, \text{ avremmo m. c. } 144,15: \text{ ma adoperando quella di Darcy-Bazin } Ri = b, u^3$$

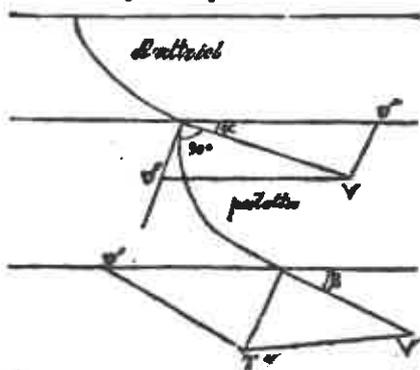
stantechè con picco'la velocità si può essere poco discosto dal moto uniforme, si avrebbe

$$Q = 116,25 \times \sqrt{\frac{1,263 \times 0,00027}{0,00028 \left(1 + \frac{1,25}{1,263}\right)}} = 116,25 \times 0,78 = 90,87.$$

Ma questa portata in massima magra non è vera poichè il fondo del fiume in quella sezione presenta tre profondità e due sovra'zamenti di fondo, come si riscontra nella detta sezione fatta dal sig. Mililotti e da noi riportata nella Tav: IV, sicchè non essendo costante la detta profondità di metri 1.30, essa sezione si divide in tre superficie, una presso la sponda sinistra di metri 21,241, perimetro 25,51, raggio medio 0,<sup>m</sup> 83265; quella in centro di m. q: 57,43 perimetro 58,60, raggio medio 0,<sup>m</sup> 9794; e la terza presso la sponda sinistra di m. q: 1.06, perimetro 5,<sup>m</sup> 60, raggio medio 0,<sup>m</sup> 19. La velocità determinata con la detta formola di Darcy-Bazin e per quella presso la sponda destra di 0,<sup>m</sup> 5667, quella in centro di 0,<sup>m</sup> 644 e per quella presso la sponda sinistra di 0,16, e quindi le

portate corrispondenti sono di metri cubici 12,00, 36,99 e di 1,70: che in uno sono metri cubici 50,73. Questa portata nelle massime magre non può essere mai inferiore poichè l'altezza d'acqua non può essere più bassa, stantechè il fiume non è guadabile affatto, perciò vi deve stare una profondità tale da giungere l'acqua fino al collo dell'uomo; sicchè per una statura ordinaria dev'essere almeno di 1,30. La portata quindi in magra di m. c.: 32 riportata dal Genio Civile nella sua monografia in quella località non può essere affatto, a meno che non si riferisse ad altra località come quella dopo della confluenza del fiume Calore presso Amorosi. Infatti dopo Capua specialmente e forse anche prima, stantechè sopra corrente del ponte Annibale vi sono diverse infiltrazioni nel fondo del fiume provenienti dallo strato d'acqua discendente dalle alture e giacente sulla stratificazione di argilla che trovasi alla profondità di 4,50 al disotto del livello delle magre presso Arnone e dal disotto di questo stesso livello per 1,20 in media vi si trova il fondo del fiume sicchè si ha uno strato di sabbia dello spessore di metri 3,30 tra l'argilla ed il fondo, che benissimo potrà fornire la indicata infiltrazione a cui si deve l'aumento della portata di circa metri cubici 18 nella località di Cannello Arnone ove si riscontra quella condizione geologica, mentre molto sopra corrente Capua appena forse esiste tale condizione. Altro argomento potremo apportare per avvalorare questa nostra opinione, cioè che in tutta questa contrada di Cannello Arnone scavando dei pozzi alla profondità di circa 6 metri si ha acqua abbondante, e tanto più se si giunge a togliere la sabbia che trovasi sulle indicate stratificazioni di argilla. Nè poi tutto questo può essere messo in dubbio da quelli idraulici che conoscono molto bene la idrologia dei fiumi, come il compianto nostro Lombardini, il quale dice molto intorno a questa sorte d'infiltrazione e ad esempio il Tevere nel tratto urbano il deflusso interno è di tre quarti della sua portata totale! Perciò non è da sembrare strano a qualcuno se noi possiamo assicurare che la portata in magra del Volturno fra Cannello ed Arnone sia prossimamente di metri cubici 50 per lo meno. Sicchè derivando noi per la irrigazione metri cubici, 6,20 e 0,70 per la condotta forzata per l'acqua potabile dell'Agro Aversano, ben potremmo fare assegnamento su 27 metri cubici per la forza motrice, rimanendone ancora disponibile sopra corrente altri metri cubici 18 per lo meno e quindi da poter dare i metri cubici 12 per la concessione dei canali d'irrigazione progettati per conto della Provincia di Terra di Lavoro.

Ciò posto passiamo al calcolo delle Turbine Schell.



Secondo le migliori regole di costruzione relative a questo genere di turbine porremo la velocità alla periferia della ruota che chiamiamo  $v'$  eguale alla velocità relativa dell'acqua che ne esce e che chiamiamo  $V'$ .

Porremo il primo elemento delle palette normale all'ultimo delle direttrici. Assumeremo come  $\alpha$  l'angolo che l'ultimo elemento delle direttrici fa colla orizzontale di  $20^\circ$  e l'angolo  $\beta$  che l'ultimo elemento delle palette fa colla orizzontale di  $15^\circ$ . Queste sono le condizioni e gli elementi che conducono ad avere il migliore rendimento.

Chiamiamo  $V$  la velocità dell'acqua dovuta alla caduta  $h$ , essa sarà data da  $V = 0,95 \sqrt{2gh}$ . Allora la velocità  $v'$  della ruota che abbiamo posto eguale alla velocità relativa  $V'$  sarà data come si vede dalla figura da:

$$v' = V' = \frac{V}{\cos \alpha} = \frac{0,95 \sqrt{2gh}}{\cos \alpha}$$

Poniamo il diametro della ruota  $d = 3^m$  come si è detto nella relazione; il numero delle direttrici  $n = 20$ ; il numero delle palette  $n' = 23$ ; lo spessore  $e = 0,01$ ; la larghezza della armilla  $l' = \frac{1}{10} d = 0,30$ ; il coefficiente della portata  $K = 0,90$ . Allora la portata delle palette sarà data da:  $Q = KV' [\pi (d - l) \text{ sen. } \beta - n'e]$ , e sostituendo i numeri si ha  $Q = 1,064 V'$ .

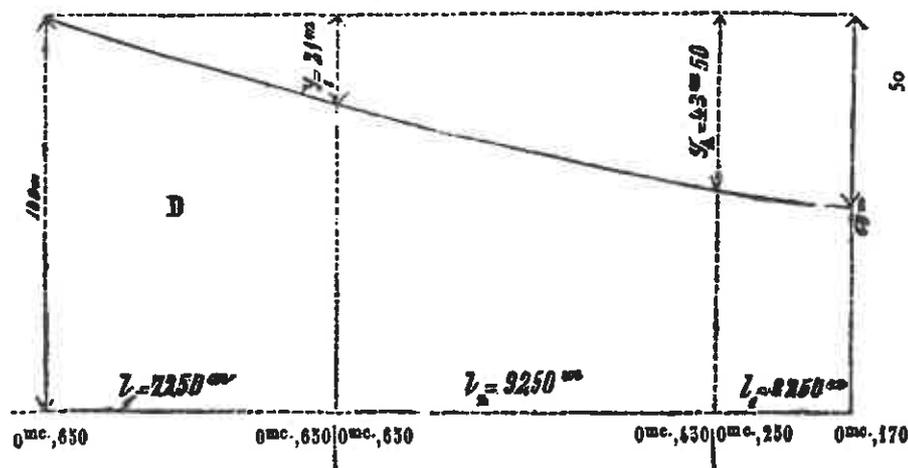
Da questi dati si sono calcolate le portate e quindi la forza in cavalli secondo le diverse stagioni, come vedesi riportato nel quadro precedente. Colla portata poi in piena che è risultata per ogni turbine come si vede nel suddetto quadro, si sono determinate le dimensioni delle direttrici colla formola:  $Q = KV (\text{sen. } \alpha dl - ne)$ ; nella quale sostituendo i valori ai simboli è risultata un'altezza  $l$  di  $0^m,44$ . L'altezza della turbina è stata assunta di  $0,50D = 1^m,5$ ; il diametro esterno dell'armille di  $\frac{4}{3} D = 4^m$ ; il diametro del tubo apportatore di  $\frac{1}{2} D = 1^m,50$ .

N.° 5.

Già nella relazione abbiamo stabilito la portata all'origine e lo sgorgo uniforme per m. l. di  $q = 0^m,000024$  al secondo abbiamo pure stabilito il livello d'acqua nei diversi serbatoi dei singoli paesi nonchè l'altezza a cui le Pompe debbono elevare l'acqua all'origine. Qui passeremo ai diversi calcoli per la determinazione del diametro dei tubi.

Perciò consideriamo dapprima la condotta principale che comincia ad Arnone e termina ad Aversa. Questa la possiamo considerare come composta di tre tronchi: uno di  $7250^m$  tra Arnone e Vico di Pantano senza sgorgo lungo il percorso e che quindi deve smaltire tutta l'acqua all'estremo derivando 50 litri per l'alimentazione di Vico di Pantano. Uno di  $9250^m$  fra Vico di Pantano e la diramazione di Frignano Maggiore e S. Marcellino con scorgo lungo il percorso e la cui portata all'origine è di 650 litri ed all'estremo di 430. In questo punto avvengono due diramazioni di acqua abbastanza considerevoli per la condotta di Frignano Maggiore e quella di S. Marcellino che in tutto ammontano a 130 litri. L'ultimo tronco tra queste diramazioni ed Aversa è di  $3250^m$  con sgorgo lungo il percorso ed ha una portata di 250 litri alla origine e di 170 all'estremo.

Per questa porzione principale della condotta porremo la condizione della minima spesa, colla quale condizione potremo determinare i livelli piezometrici all'origine di ciascun tronco ed i diametri corrispondenti ed evitare così la indeterminazione del Problema.



Chiamiamo  $y_1$  la perdita di carica incognita tra Arnone e Vico Pantano,  $y_2$  quella tra Vico di Pantano e la diramazione, la perdita di carica fra Arnone ed Aversa l'abbiamo già assunta di  $50^m$ . Chiamiamo  $D_1$  il diametro del primo tronco,  $D_2$  quello del secondo,  $D_3$  del terzo.

Tutti gli elementi del calcolo sono esposti in evidenza nel seguente profilo: Sgorgo uniforme  $q = 0^{m.0.},000024$ . La formola dello sgorgo uniforme lungo il percorso con portata all'estremo è

$$hD^5 = \frac{1}{3} \gamma l (3Q^2 + 3QP + P^2) \quad (1)$$

in cui  $h$  è la perdita di carica,  $D$  il diametro,  $\gamma$  un coefficiente che in media può assumersi eguale a  $0,0025$   $Q$  portata sgorgata lungo il percorso,  $P$  portata all'estremo. Applicando a questa formola gli elementi del profilo abbiamo:

$$\text{Pel 1.° tronco: } \gamma_1 D_1^5 = \frac{0,0025}{3} 7250 \times 3 \times \overline{0,650}^2 = 7,658.$$

$$\text{Pel 2.° tronco: } (\gamma_2 - \gamma_1) D_2^5 = \frac{0,0025}{3} 9250 \left[ 3(0,000024 \times 9250)^2 + 3(0,000024 \times 9250) \right. \\ \left. 0,430 + \overline{0,430}^2 \right] = 4,773.$$

$$\text{Pel 3.° tronco: } (50 - \gamma_2) D_3^5 = \frac{0,0025}{3} 3250 \left[ 3(\overline{0,080}^2 + 3 \times 0,080 \times 0,170 + \overline{0,170}^2) \right] \\ = 0,2405.$$

Dimodochè avremo i seguenti diametri:

$$\text{pel 1.° tronco } D_1 = \sqrt[5]{\frac{7,658}{\gamma_1}}$$

$$\text{pel 2.° tronco } D_2 = \sqrt[5]{\frac{4,773}{\gamma_2 - \gamma_1}}$$

$$\text{pel 3.° tronco } D_3 = \sqrt[5]{\frac{0,2405}{50 - \gamma_2}}$$

Per soddisfare quindi la condizione della minima spesa dovremo porre:

$$D_1 l_1 + D_2 l_2 + D_3 l_3 = \text{minimo; ossia:}$$

$$\frac{7250 \sqrt[5]{7,658}}{\sqrt[5]{\gamma_1}} + \frac{9250 \sqrt[5]{4,773}}{\sqrt[5]{\gamma_2 - \gamma_1}} + \frac{3250 \sqrt[5]{0,2405}}{\sqrt[5]{50 - \gamma_2}} = \text{minimo}$$

$$\text{ossia: } \frac{m_1}{\sqrt[5]{\gamma_1}} + \frac{m_2}{\sqrt[5]{\gamma_2 - \gamma_1}} + \frac{m_3}{\sqrt[5]{50 - \gamma_2}} = \text{minimo}$$

Derivando rispetto ad  $y_1$  abbiamo:

$$-\frac{1}{5} m_1 y_1^{-\frac{5}{2}} + \frac{1}{5} m_2 (y_2 - y_1)^{-\frac{5}{2}} = 0 \dots (2) \text{ Derivando rispetto ad } y_2 \text{ abbiamo:}$$

$$-\frac{1}{5} m_2 (y_2 - y_1)^{-\frac{5}{2}} + \frac{1}{5} m_3 (50 - y_2)^{-\frac{5}{2}} = 0 \dots (3). \text{ Cosicchè abbiamo il sistema delle due eq. (2) e (3) con due incognite } y_1 \text{ ed } y_2.$$

Risolviendo queste eq. e ponendo per  $l$  e  $m$  i valori corrispondenti otteniamo:  $y_1 = 21$ ,  $y_2 = 43,50$ .

Ottenuti questi valori è facile calcolare con queste perdite di carica per ciascun tronco ottenere i diametri. Pel 1.° tronco essendovi solo la portata all'estremo ed essendo  $h = 21^m$  avremo:

$$D^5 = \gamma \frac{l}{h} Q^2 = \frac{0,0025 \times 7250 \times 0,650^2}{21^m} = 0^m,364 \text{ donde } D = 0^m,82.$$

Per il tronco compreso tra Vico di Pontano e la diramazione, essendo molto lungo e facendovi la derivazione lunghesso facciamo variare il diametro ad ogni 2 chilometri sempre colla condizione della minima spesa: perciò porremo l'equazione del Dupuit:

$$d = 0,944 \Delta \left( \frac{x}{L} \right)^{\frac{5}{2}}, \text{ in cui } d \text{ è il diametro variabile, } Q_1 \text{ la portata all'origine, } \Delta = \sqrt{\frac{\gamma L Q_1^2}{H}}, \text{ H la perdita di carica, L la lunghezza, ridotte ambedue come se non}$$

vi fosse portata all'estremità,  $L = l + l \frac{P}{Q}$ . Nel caso in esame abbiamo:

$h = 22,50$ ,  $l = 9250$ ,  $P = 0^m,430$ ,  $Q = 0^m,220$ ,  $Q_1 = Q + P = 0^m,650$ . Con questi dati risulta:

$$L = + l \frac{P}{Q} = 9250 \left( 1 + \frac{0,430}{0,220} \right) = 27332^m, \text{ e la linea di carica dalla equazione:}$$

$$y = H \left( \frac{x}{h} \right)^{\frac{4}{5}} \dots (5)$$

che dev'essere verificata da:  $y = (H - h) = 22,50$  per  $x = 27332$ ;  $9250$ ;  $18028$ , per

$$\text{cui abbiamo: } H - h = H \left( \frac{x}{L} \right)^{\frac{4}{5}} \text{ donde } H = \frac{22050}{1 - \left( \frac{18028}{27332} \right)^{\frac{4}{5}}} = 53,19.$$

Ottenuto  $H$  ed  $L$  si può avere  $\Delta$  e risulta:

$\Delta = 0,885$ . Ed applicando quindi la formola (4) si ottiene pel diametro del primo chilometro dalla diramazione ad andare verso Aversa:  $d = 0^m,78$  dal 1.° al 3.° chilometro  $0^m,77$ , dal 3.° al 5.°  $d = 0^m,78$  dal 5.° al 7.°  $d = 0^m,80$  dal 7.° al 9.°  $d = 0^m,82$ .

Egualemente applicando la (5) si sono trovati i livelli piezometrici segnati nel profilo. Pel 3.<sup>o</sup> tronco tra la diramazione ad Aversa abbiamo adottato un tubo uniforme specialmente in riguardo a che la massima portata è all'estremità e a che il suo percorso è breve. Esso secondo i calcoli antecedenti è risultato di 0<sup>m</sup>,56. Per la diramazione di S. Marcellino e per quella di Frignano Mag.<sup>re</sup> abbiamo proceduto analogamente cambiando diametro ad ogni serbatoio che incontra la condotta, in modo da avere la minima spesa.

Per la diramazione di S. Marcellino la quota piezometrica all'origine è di 56<sup>m</sup>,50, e quella allo sbocco di 53<sup>m</sup>; per cui la perdita di carica totale risulta di 3<sup>m</sup>,50. Tutta l'acqua che è di 0<sup>m</sup>··,086 viene smaltita lungo il percorso di metri 4000; per cui applicando direttamente la formola (4) otteniamo il diametro di 0,20 pel tronco tra Ducenta e Lusciano di 0<sup>m</sup>,24 per quello tra Ducenta e Trentola di 0<sup>m</sup>,27 per quello tra Trentola e S. Marcellino, di 0,29 per quello tra S. Marcellino e l'origine.

Per la diramazione pure di Frignano Maggiore l'acqua si smaltisce tutta nella quantità di 0<sup>m</sup>··,086 lungo un percorso di 3500<sup>m</sup>. Applicando la stessa formola (4) si ottiene il diametro di 0<sup>m</sup>,15 pel tronco da Teverola a Casalnuovo, di 0<sup>m</sup>,19 da Casalnuovo a Casaluce, di 0<sup>m</sup>,21 da Casaluce ad Aprano, di 0<sup>m</sup>,26 da Aprano a Frignano, di 0<sup>m</sup>,29 da Frignano Maggiore all'origine.

Adesso non rimane altro che esaminare la condotta complessa, la quale partendo dal serbatoio di Aversa si dirama presso la stazione ai paesi di Carinaro, Gricignano, Succivo e Cesa. Anche per questa porzione della condotta porremo la condizione della minima spesa. Assumiamo come quota piezometrica sul livello del mare ad Aversa 50<sup>m</sup>, a Carinaro 32<sup>m</sup>, a Gricignano 28<sup>m</sup>, a Succivo 38<sup>m</sup>, a Cesa 40<sup>m</sup> e chiamiamo  $y$  la quota alla stazione ed  $y_1$  quella della diramazione di Cesa. La portata all'origine della condotta ossia ad Aversa sarà secondo i calcoli precedenti di 0<sup>m</sup>··,192, la portata all'estremo ossia alla stazione sarà di 0<sup>m</sup>··,156 e la lunghezza di questo tronco è di 1500<sup>m</sup>. Per cui applicando per questo tronco la formola (1) abbiamo, chiamando  $D_1$  il corrispondente dia-

$$\text{metro: } (50 - y) D_1^5 = \frac{1}{3} \gamma 136,729.$$

La portata all'origine della diramazione di Carinaro è di 0<sup>m</sup>··,024 la lunghezza è 1000<sup>m</sup>, per cui chiamando  $D_2$  il diametro abbiamo per questo tronco:  $(y - 38) D_2^5 = \frac{1}{3} \gamma \times 0,576$ .

La portata all'origine di Gricignano è di 0<sup>m</sup>··,036, la lunghezza 1500 per cui chiamando  $D_3$  il rispettivo diametro si ha:  $(y - 34) D_3^5 = \frac{1}{3} \gamma \times 2,716$ .

La portata all'origine della diramazione tra la stazione ed il punto di allacciamento della condotta di Cesa e Succivo è di 0<sup>m</sup>··,096 all'estremo è di 0<sup>m</sup>··,060, la lunghezza del tronco è di 1500, per cui chiamando  $D_4$  il rispettivo diametro si ha:  $(y - y_1) D_4^5 = \frac{1}{3} \gamma \times 27,864$ .

La portata alla origine del tronco che parte da questo punto di allacciamento e va a Succivo è di 0,048, la lunghezza è di 2000<sup>m</sup>, per cui chiamando  $D_5$  il rispettivo diametro si ha:  $(y_1 - 45) D_5^5 = \frac{1}{3} \gamma \times 5,76$ . Ricavando come abbiamo fatto antecedentemente i valori di questi diametri abbiamo la seguente espressione della spesa supposta proporzionale ai diametri e dalle lunghezze:

$$\begin{aligned} & \left( \overline{136,729}^{\frac{1}{2}} \times 1500 \right) (50-y)^{-\frac{1}{2}} + \left( \overline{0,576}^{\frac{1}{2}} \times 1000 \right) (y-38)^{-\frac{1}{2}} \\ & + \left( \overline{2,716}^{\frac{1}{2}} \times 1500 \right) (y-34)^{-\frac{1}{2}} + \left( \overline{27,864}^{\frac{1}{2}} \times 1500 \right) (y-y_1)^{-\frac{1}{2}} \\ & + \left( \overline{5,76}^{-\frac{1}{2}} \times 2000 \right) (y-40)^{-\frac{1}{2}}, \end{aligned}$$

che per la condizione posta dovrà essere un minimo. Dimodochè derivando rispetto ad  $y$  e chiamando  $m_1, m_2$ , ecc., i coefficienti costanti avremo:

$$-m_1 (50-y)^{-\frac{3}{2}} + m_2 (y-38)^{-\frac{3}{2}} + m_3 (y-34)^{-\frac{3}{2}} + m_4 (y-y_1)^{-\frac{3}{2}} = 0.$$

In quanto ad  $y$  visto che la diramazione di Cesa è di soli 500<sup>m</sup> potremo assumere il valore di 43<sup>m</sup>, valore che rende possibile il far salire l'acqua fino a Cesa. Assumendo questo valore risulta facile la risoluzione di questa equazione per mezzo di successivi tentativi, dai quali è risultato che si può accettare come quota di livello piezometrico alla stazione quella di 46<sup>m</sup>,50. Determinata questa quota non vi è più nulla di arbitrario, e si può procedere analogamente ai casi precedenti alla determinazione dei diversi diametri. Così si ottiene di 0<sup>m</sup>,30 il diametro da Aversa alla stazione, di 0<sup>m</sup>,15 quello dalla stazione a Carinaro, di 0<sup>m</sup>,16 dalla stazione a Gricignano, di 0<sup>m</sup>,37 dalla stazione alla diramazione di Cesa, di 0<sup>m</sup>,30 dalla diramazione di Cesa a Succivo.

#### N.° 6.

#### Tettoia.

La Tettoia sarà formata con quattro incavallature di legno abete poggiate sopra pilastri, e quindi resteranno poste con l'intervallo di 3<sup>m</sup>,50. Esse saranno formate con una catena, due puntoni, un monaco e due razze. Le dimensioni di questi pezzi saranno:

<i>Catene</i>	lunghezza	8 <sup>m</sup> ,60	larghezza	0 <sup>m</sup> ,30	altezza	0 <sup>m</sup> ,33	N.°	4
<i>Puntoni</i>	»	10 <sup>m</sup> ,36	»	0 <sup>m</sup> ,24	»	0 <sup>m</sup> ,26	»	8
<i>Monaco</i>			»	0 <sup>m</sup> ,24	»	0 <sup>m</sup> ,24	»	4
<i>Razze</i>			»	0 <sup>m</sup> ,19	»	0 <sup>m</sup> ,19	»	8
<i>Comignolo</i>	»	11 <sup>m</sup> ,80	»	0 <sup>m</sup> ,17	»	0 <sup>m</sup> ,20	»	1

I puntoni sporgono di due metri da tutti e due i lati, è ciò per comodo delle barche e dei carri che vengono a scaricare sotto la tettoia.

*Arcarecci* lung. media 11<sup>m</sup>,80 largh. 0<sup>m</sup>,08 altezza 0<sup>m</sup>,12 N.° 42 essendo posti a 0<sup>m</sup>,494  
*Ginelle* » » 10<sup>m</sup>,36 » 0<sup>m</sup>,02 » 0<sup>m</sup>,02 » 200 » » 0<sup>m</sup>,418

N.° 7.

*Ordine del Lavoro.*

- 1.° Formazione del salto e filtro presso la strada che mena ad Arnone nel nuovo alveo.
- 2.° Costruzione del ponte in detto sito.
- 3.° Formazione dei canali laterali per l' impianto dei Motori.
- 4.° Formazione del nuovo canale della Volta Branco fino all' incontro dell'antico Alveo.
- 5.° Formazione dell' altro tronco del nuovo fiume del Porto delle Pietre all' incile fino alla Volta Branco.
- 6.° Formazione dei due canali laterali presso il salto per le acque d' irrigazione.

SCAVI.

1.° Scavo per la costruzione delle Pile e Spalle del Ponte : lo scavo di queste opere si metterà nel sito degli argini del fiume.

2.° Scavo generale per tutta l' ampiezza del Canale, compresi anche l' edificio delle Turbine e loro canali, dalla volta Branco fino al sito del Ponte, e da questo al fiume sottocorrente. Il quale scavo avrà la profondità fino al piede del Salto e procederà nel modo seguente. Si farà arare il terreno alla più grande profondità possibile. (Vedi analisi nel Progetto), indi si farà il trasporto delle terre nei siti degli argini per la formazione di essi, e se con una prima aratura non si giungerà a formarli, se ne faranno altri finchè basterà. Formati che saranno gli argini siccome le terre non serviranno ad altro, così si proseguirà l' aratura aprendosi le luci del Ponte dopo che sarà costruito e consolidato, si farà passare per disopra al terreno smosso l' acqua del fiume, che sarà elevata di livello presso la Volta Branco, chiudendo provvisoriamente colle porte stesse della chiusa l' antico alveo. Passato che sarà questo terreno smosso si apriranno le porte per dar libero corso alle acque per l' antico alveo e si procederà nuovamente ad altre arature successive finchè si giunge al livello del piede del salto. Giunti a questo livello si formerà il salto in muratura ed il filtro in prosiegua, chiudendo prima l' ingresso colle porte e tutte le murature ed edifici almeno fino a superare le massime piene e palate per le porte. Fatto questo primo tronco si procederà per l' altro identicamente, cioè dalla prima aratura generale saranno formati gli argini, e poi si determineranno lungo il tratto da abbandonarsi dal fiume tra la volta Branco e sottocorrente Cancellò le vasche di piscicoltura, come dai relativi disegni, mercè pali intessuti con vimini lungo le sponde di queste vasche, affinché possono rimaner queste determinate, nel mentre che l' antico letto si eleverà mercè il terreno che vi si farà rimanere quando sarà trasportato dalle acque. Per ciò fare si aprirà il corso alle acque pel nuovo tronco già eseguito, e dopo fatti questi lavori di ritenuta del terreno sarà chiuso nuovamente il passaggio alle acque per questo nuovo tronco e si faranno passare per l' antico alveo. Ciò beninteso deve praticarsi in tempo di magre. Formati come si è detto innanzi gli argini del secondo tronco, si procederà all' aratura di tutto il nuovo alveo dello stesso tronco e si chiuderà l' antico alveo all' incile del taglio collo stesso sistema delle porte affinché le acque si elevino di livello e passino per l' anzidetto tronco da scavarsi trasportando seco il terreno già smosso, entrando per i laterali delle nuove vasche formate nell' alveo da abbandonarsi e filtrando attraverso le palizzate

intessite con vimini, in modo che restino le torbide e l'acqua ne va via, e ciò finchè si raggiunga lo scopo dello scavo completo del nuovo alveo e la colmata laterale delle vasche di piscicoltura. Qualora queste saranno completate, cioè che l'elevazione sia giunta a livello della campagna adiacente e lo scavo non ancora completato del tronco in parola allora si proseguirà ad escavare sempre collo stesso metodo, facendo passare le acque torbide pel precedente tratto già completato. In questi casi però è d'uopo procedere al lavoro di smovimento di terreno poco per volta affinchè le acque non possano trasportare molta terra da interrre il tronco del fiume sottoposto e specialmente lo incile del canale diversivo delle bonifiche.

3.° Scavo dei Canali d'irrigazione a braccia d'uomo.

NOTA. Siccome questo progetto fece parte del concorso, così il nome dell'Autore Prof. Tessitore doveva rimanere occulto, perciò egli per citare altro suo lavoro pubblicato che gli occorreva per talune dimostrazioni, era costretto mettere il suo nome come se avesse citato una autorità nella presente memoria.

FINE

## STIMA DEI LAVORI

Numero d'ordine	Designazione dei Lavori	QUANTITA dei Lavori	PREZZO UNITARIO dalle ANALISI	Importare dei Lavori	
				PARZIALE	TOTALE
<b>I. — Lavori a corpo</b>					
1	Smovimento con l'aratro di terreno argilloso m. c.	253844,3, 65	0, 0157	39853, 56	
2	Scavo di terreno argilloso m. c.	98223, 00	0, 52	51075, 96	
3	Trasporto con carretti del materiale degli scavi alla distanza media di m. 2226,00 m. c.	8476, 00	1, 40	11866, 00	
4	Id. alla dist. di m. 2796,00 m. c.	19812, 60	1, 60	31700, 16	
5	Id. a spalla alla distanza media di m. 53 m. c.	149488, 79	0, 37	55310, 85	
6	Spandimento, pigiatura e regolarizzazione del materiale in rinterro m. c.	210448, 89	0, 18	37880, 80	
Sommano Lire					227687, 33
<b>II. — Lavori a misura</b>					
7	Scavo di terreno argilloso m. c.	2601, 27	0, 52	182, 66	
8	Trasporto a spalla a m. 20 m. c.	3525, 27	0, 15	528, 79	
9	Muratura di pietrame calcarea e malta idraulica m. c.	20897, 88	23, 56	492354, 05	
10	Idem in mattoni e malta idraulica m. c.	662, 92	27, 10	17965, 13	
11	Id. in tufo e malta idraulica m. c.	3784, 10	11, 07	41889, 99	
12	Id. in tufo e malta ordinaria m. c.	3000, 01	10, 13	30507, 10	
13	Magistero cub. per le volte m. c.	2836, 39	1, 10	3120, 03	
14	Armatura di legname per le volte m. q.	4635, 72	1, 80	8344, 30	
15	Magistero superficiale delle facce viste m. q.	9449, 79	1, 20	11339, 75	
16	Calcestruzzo m. c.	13878, 36	19, 78	135730, 36	
17	Muratura in pietra da taglio m. c.	68, 99	50, 00	3449, 50	
18	Basoli di lava vesuviana m. q.	18913, 74	15, 01	283895, 28	
19	Travi di legname abete m. c.	91, 25	78, 85	7195, 06	
20	Tavole di legname abete m. q.	2021, 85	6, 00	12131, 10	
21	Ginelle di castagno m. L.	13652, 00	0, 50	6826, 00	
22	Tegole piane m. q.	2205, 54	2, 70	5954, 96	
23	Intonaco con cem. idraulico m. q.	13844, 88	2, 00	27689, 76	
24	Intonaco semplice m. q.	6966, 00	0, 29	2020, 14	
25	Ferro forgiato kg.	15422, 75	0, 80	12338, 20	
26	Portelloni di quercia m. q.	274, 94	18, 00	4948, 92	
27	Chiusure di legno castagno per le finestre m. q.	308, 19	15, 00	4622, 85	
28	Idem per porte m. q.	29, 60	30, 00	888, 00	
29	Prezzi di stima L.			558090, 00	
30	Architravi di legn. castagno m. q.	309, 29	6, 00	1855, 74	
31	Muratura a secco m. c.	1408, 00	8, 00	11264, 00	
32	Sabbia finissima m. c.	1056, 00	4, 00	4224, 00	
33	Sabbia m. c.	1056, 00	3, 38	3569, 28	
34	Magistero curvo per la pietra da taglio m. q.	1903, 75	13, 00	24748, 75	
Da riportare					

Numero d'ordine	Designazione dei Lavori	QUANTITA dei Lavori	PREZZO UNITARIO della ANALISI	Importare dei Lavori	
				PARZIALE	TOTALE
35	Tavole di legname quercia m. q.	1066,75	10,00	10667,50	
36	Scavo di terreno consolid. m. c.	924,00	0,80	739,20	
37	Travi di quercia e tavoloni squadri m. c.	167,19	131,34	21958,73	
38	Travicelli di cast. 0 <sup>m</sup> ,08 m. l.	1114,00	1,50	1671,00	
39	Ghisa kg.	3150,00	0,50	1575,00	
40	Bronzo kg.	185,00	7,00	1295,00	
41	Tubi di ghisa di diametro 0 <sup>m</sup> ,82 compresa la ponitura in o- pera m. l.	8500,00	151,65	1289025,00	
42	Idem di 0 <sup>m</sup> ,80 m. l.	2000,00	149,78	299560,00	
43	Idem di 0 <sup>m</sup> ,78 m. l.	2000,00	144,72	289440,00	
44	Idem di 0 <sup>m</sup> ,77 m. l.	2000,00	142,22	284440,00	
45	Idem di 0 <sup>m</sup> ,74 m. l.	2000,00	134,87	269740,00	
46	Idem di 0 <sup>m</sup> ,56 m. l.	3250,00	94,18	306085,00	
47	Idem di 0 <sup>m</sup> ,30 m. l.	4250,00	42,98	182665,00	
48	Idem di 0 <sup>m</sup> ,16 m. l.	5500,00	17,81	97955,00	
49	Idem di 0 <sup>m</sup> ,37 m. l.	1500,00	57,46	86190,00	
50	Idem di 0 <sup>m</sup> ,27 m. l.	3000,00	41,80	12400,00	
51	Idem di 0 <sup>m</sup> ,22 m. l.	500,00	27,47	13735,00	
52	Idem di 0 <sup>m</sup> ,20 m. l.	1750,00	26,37	46147,50	
53	Idem di 0 <sup>m</sup> ,24 m. l.	1000,00	28,82	28820,00	
54	Idem di 0 <sup>m</sup> ,07 m. l.	500,00	11,53	5765,00	
55	Compensi per occupazioni di terreno m. q.	810195,35	0,10	81019,53	
	Sommano Lire				5057567,11
56	Per lavori imprevisi 5 % L.				264262,22
57	Per sorveglianza e direz. 10 % L.				554951,66
58	Interesse medio sul capitale oc- corrente durante la costruz., per anni due supposto che questa duri anni quattro, va- lutato al 5 % annuo Lire				305223,42
	Totale del capitale occorrente L.				6409691,74

# INDICE

INTRODUZIONE . . . . .	Pag. 1
------------------------	--------

## CAPO I.

Descrizione della località . . . . .	2
Cattiva posizione di Canello ed Arnone . . . . .	3
Corrosione della sponda destra tra i due paesi . . . . .	ivi
Impossibilità d'impianare un ponte stabile tra Canello ed Arnone . . . . .	ivi
Svolta del fiume dopo Canello; incile dei canali delle colmate che si fanno dal Governo, senza ricevere influenza dall'opera a farsi . . . . .	4
Condizioni economiche ed agricole della zona descritta . . . . .	ivi

## CAPO II.

Necessità dell'irrigazione dell'anzidetta contrada . . . . .	5
Utilizzazione dell'acqua come irrigazione, come concime ed emendamento . . . . .	ivi
Necessità della formazione d'un Consorzio . . . . .	ivi
Proposte di alcune modificazioni amministrative sui consorzi . . . . .	6
Legislazione Inglese, Irlandese e Prussiana sull'irrigazione . . . . .	7
Cenno sulla quantità d'acqua necessaria all'irrigazione . . . . .	8
Zona irrigabile . . . . .	9
Taglio deviante il fiume a preferenza delle opere di munienti delle sponde presso Arnone . . . . .	11
Salte che si ottiene dalla deviazione, e forza motrice . . . . .	ivi
Conduttura forzata per alimentazione di 18 paesi dell'Agro Aversano e per l'irrigazione a pioggia . . . . .	ivi

## CAPO II. bis

Inopportunità delle opere di munienti, necessità del taglio . . . . .	12
Uso dei pennelli e cattivi loro effetti . . . . .	ivi
Le semplici fortificazioni e rivestimenti frontali non sono applicabili . . . . .	13
Sassaia, palificata con fascinate o scogliera mista con salicicioni potrebbero fornire solidità alle sponde minacciate . . . . .	ivi
Con tali lavori si trasformerebbe il moto progressivo in moto vorticoso . . . . .	14

## CAPO III.

Discussione dei diversi tagli possibili . . . . .	15
Pregi e difetti delle 5 linee di taglio che possono essere sostituite al vecchio corso del fiume; è preferibile la V . . . . .	16
Possibilità del raddrizzamento del Volturno da Capua a mare rendendolo navigabile . . . . .	ivi
Vantaggi dei canali navigabili, ed utilità dell'opera . . . . .	17

## CAPO IV.

Determinazione della sezione del nuovo alveo . . . . .	18
Parere degli idraulici contro i raddrizzamenti dei fiumi e pronostici di cattiva riuscita . . . . .	ivi
Condizione imposta dal mare che non riceve la piena in minor tempo di prima . . . . .	ivi
Memoria del Prof. Tessitore sul Raddrizzamento dei fiumi . . . . .	ivi
Le velocità debbono stare in relazione del tempo per l'antico canale ed analogamente pel nuovo . . . . .	ivi

Teoria di Dupuit relativa all'impedimento del mare al libero deflusso dell'acqua dei fiumi che vi mettono foce. . . . .	Pag. 19
Velocità del fondo che si deve avere nel nuovo canale secondo le esperienze del Dubouat e Telford . . . . .	" 22
Raggio della curva di stabilimento secondo le norme ed esperimenti registrati nella idraulica pratica del Mari . . . . .	" 23
Larghezza media del nuovo canale . . . . .	" 24
Impossibilità di avere la portata del fiume coll'equazione del moto permanente vario, secondo Dupuit . . . . .	" ivi
Esperimenti fatti nei diversi stati del fiume della velocità ed altezza d'acqua in alcune sezioni per determinare la formola lineare della portata mercò il metodo dei minimi quadrati . . . . .	" 25
Velocità medie da ottenersi anche dalle formole lineari relative, determinando anche i coefficienti $a$ e $b$ col metodo dei minimi quadrati ed in base delle velocità medie ricavabili da quelle superficiali secondo la formola di Hagen . . . . .	" 26
Velocità che deve avere l'acqua nel nuovo alveo. . . . .	" ivi
Pendenza che deve avere il fondo . . . . .	" 27
Determinazione della sezione del tronco a valle del ponte sino all'antico alveo sottocorrente a Canello e Arnone per non alterare il regime del tronco anzidetto . . . . .	" 28
<b>CAPO V.</b>	
Determinazioni degli Argini . . . . .	" 29
Condizione di stabilità secondo i precetti ordinari della statica e secondo una nuova teoria mercò il teorema delle forze vive per la infiltrazione sotto l'argine . . . . .	" 30
<b>CAPO VI.</b>	
Costituzione del salto sotto il ponte . . . . .	" 31
Determinazione del salto in modo da non produrlo il moto ondulatorio, configurando la parte inferiore del salto secondo la traiettoria della vena idrica raccordata ad un arco cicloidale allungato e con curve paraboliche nella sezione trasversale. . . . .	" ivi
<b>CAPO VII.</b>	
Ponte . . . . .	" 32
Determinazione dell'angolo di sbieco . . . . .	" ivi
Determinazione della freccia di $\frac{1}{18}$ della corda . . . . .	" ivi
Determinazione dello spessore in chiave con la formola del Dupuit . . . . .	" ivi
Determinazione della stabilità della pila mercò l'equazione data dallo stesso Dupuit . . . . .	" 33
Determinazione della curva delle pressioni per avere col calcolo grafico la spinta orizzontale necessaria per ottenere lo spessore delle spalle . . . . .	" 34
<b>CAPO VIII.</b>	
Chiusura degli alvei abbandonati . . . . .	" ivi
Materiale struttura della chiusura . . . . .	" ivi
<b>CAPO IX.</b>	
Edifici dei muratori idraulici ed industriali sulle sponde del nuovo alveo sopra e sottocorrente il ponte . . . . .	" 35
Distribuzione ed uso dei detti edifici . . . . .	" ivi
Gli edifici sono a 5 piani, due sommersi e tre fuori acqua; nei primi vi sono le turbine e pompe nel terzo e i due ultimi addetti per mulini . . . . .	" ivi
Tettoia per lo sbarco ed imbarco dei cereali da mulini . . . . .	" 36
Calcoli relativi alle diverse parti dei detti edifici . . . . .	" ivi
<b>CAPO X.</b>	
Filtro per le acque di alimentazione a monte del salto . . . . .	" ivi
Costituzione del filtro e calcolo del rapporto del vuoto al pieno. . . . .	" 37

Calcolo della quantità d'acqua che passa a traverso il filtro a minuto secondo mercè la formula di Dupuit . . . . .	Pag. 37
---	---------

CAPO XI.

Chiusa di ritenuta e determinazione delle porte . . . . .	ivi
Parte mobile della chiusa . . . . .	ivi
Esame delle diverse specie di chiuse e loro esclusione. . . . .	38
Preferenza della chiusa adottata sulle altre per semplicità e robustezza . . . . .	39

CAPO XII.

Modo di funzionare delle porte . . . . .	40
Una turbina fa muovere un albero orizzontale, il quale fa girare le chiocciolate sulle viti facendo aprire le portine che sono di sostegno alle porte; e quindi queste si aprono; e lo stesso albero, girando inversamente le chiude . . . . .	ivi
Passaggio dell'acqua attraverso delle saracinesche delle portine per evitare l'urto delle porte contro le stilate. . . . .	121

CAPO XIII.

Condotta forzata . . . . .	ivi
Uso dei serbatoi ad aria sulle pompe che alimentano la condotta forzata e soppressione dei castelli d'acqua. . . . .	ivi
Uso diretto della forza motrice per elevare e condurre le acque in alti elevati . . . . .	ivi
Scopo della condotta e paesi che alimenta . . . . .	ivi
Irrigazione a pioggia di oltre 8000 ettari nei terreni laterali alla condotta lungo il suo percorso	ivi
Forza motrice disponibile . . . . .	41
Calcolo dei diametri di ciascun tronco con la condizione della minima spesa, con sgorgo uniformemente distribuito lungo ciascun tronco e residuale parte d'acqua all'estremo . . . . .	ivi
Opere d'arte sotto il canale delle turbine e sotto il canale dei Regi Lagni. . . . .	42

CAPO XIV.

Canali d'irrigazione . . . . .	ivi
Formola del Redtembacher modificata dal Prof. Tessitore per la determinazione della sezione del canale. . . . .	ivi
Velocità che deve avere l'acqua, maggiore di quella pel trasporto della sabbia . . . . .	ivi
Canale di sinistra, irrigazione di 5700 ettari di terreni. . . . .	ivi
Motore idraulico da impiantarsi presso il lago di Patria . . . . .	ivi
Completa irrigazione di ettari 17000 al termine delle bonifiche . . . . .	48

CAPO XV.

Motori idraulici, Turbine. Forza idraulica.	
Pompe e produzione della forza idraulica . . . . .	ivi
Turbine adottate, quelle del sistema Schièle ad asse verticale . . . . .	ivi
Velocità che permette avere il massimo rendimento, che secondo l'autore è dell'88 per 0,0 . . . . .	ivi
Portate del fiume per tutti i mesi dell'anno, ottenute con una formola d'interpolazione in base alla pioggia che cade . . . . .	ivi
Forza motrice che si sviluppa in ciascun mese . . . . .	44
Numero delle turbine (14) determinate dal calcolo della forza motrice necessaria per l'irrigazione a pioggia ed alimentazione dell'Agro Aversano . . . . .	ivi
Altre 21 turbine per altro sviluppo di forza per stabilimenti industriali . . . . .	ivi
Allimentazione dei paesi dell'Agro Aversano mediante altre pompe . . . . .	45
Forza motrice massima che può avervi; è di 18000 cavalli-vapore . . . . .	ivi
Quantità di cereali da mulini prodotti dalla contrada; vi bastano 24 cavalli mulendo continuamente tutto l'anno. . . . .	ivi

CAPO XVI.

Pompè Girard . . . . .	Pag. 46
Gran scarbatoio ad aria all'origine della condotta, oltre quelli messi già su ciascuna pompa per avere più completamente una costante pressione della colonna d'acqua in carica sulle pompe per evitare gli urti bruschi o colpi d'ariete, nonchè i castelli d'acqua . . . . .	» ivi
Calcolo per determinare le sue dimensioni secondo la formola data dal Dulos . . . . .	» ivi
Rendimento delle pompe il 94 per 0,0 giusta le esperienze fatte da Morin e Treaca . . . . .	» 47
Assegnamento sull'energia e buon volere dell'Egregio Ministro dei LL. PP. Commend. Baccharini per l'effettuazione dell'opera . . . . .	» ivi

CAPO XVII.

Utili . . . . .	» ivi
Grandezza degli utili da far concorrere l'industria privata . . . . .	» ivi
Terreno abbandonato dell'antico alveo, che sarà adibito in parte ad ortaggi ed in parte per la piscicoltura. Utilità di questa coltura nella contrada . . . . .	» ivi
Sviluppo della Piscicoltura avuto all'Estero, come lo fu presso i Romani . . . . .	» ivi
Utili dell'irrigazione comunque a prezzi di L. 0,007 a m. c. e si avrebbe sopra 1,3 di vendita 169050 Lire l'anno . . . . .	» 48
Utili della condotta forzata sia per alimentazione che per irrigazione a pioggia per 1,3 della sua estensione si avrebbero L. 268130 . . . . .	» ivi
Utili della macinazione dei cereali L. 180000 . . . . .	» ivi
Utili totali annuali in pieno esercizio L. 1415790 . . . . .	» 49
Considerazioni per ridurre questi utili nei primi anni . . . . .	» ivi
Utili totali previsti per i primi anni L. 754560 . . . . .	» ivi
Interesse sul capitale del 30 per 0,0, però con l'utile ridotto nei primi anni . . . . .	» 50
Podere modello da ridursi dall'industria privata la zona che resta fra l'alveo abbandonato addetto alla piscicoltura ed il nuovo . . . . .	» ivi
Vantaggi morali immensi specialmente se si facesse l'intero raddrizzamento del Voltarno da Capua al mare . . . . .	» ivi

**APPENDICE**

N. 1.	
Determinazione delle formole empiriche per avere la sezione, e gli altri elementi del nuovo alveo	» 51
Scelta di due tronchi a monte ed a valle di Cancellò con le rispettive sezioni estreme e differenze di livello nei fondi tra i zeri di due idrometri nelle stesse impiantate . . . . .	» ivi
Pendio ricavato dai dati del Ministero dei LL. PP. . . . .	» ivi
Equazioni di condizione che i quadrati degli errori fossero un minimo . . . . .	» 52
Formole per determinare le portate e le velocità col metodo dei minimi quadrati . . . . .	» ivi
Risultati delle esperienze che corrispondono alle formole del Guglielmini e diversificano alquanto in meno da quelle del Girard e Stevenson ed in più da quelle di Darcy, Basin, Ganguillet e Kutter e Humphrey ed Abbot . . . . .	» 53
Quadro delle esperienze fatte nei diversi stadi del fiume pel tronco a monte e risultati che si sono ottenuti per la portata . . . . .	» 54
Quadro identico pel tronco a valle . . . . .	» 55
Quadro delle esperienze fatte per avere le velocità dei tronchi a monte ed a valle . . . . .	» 56
N. 2.	
Calcolo delle varie parti delle porte . . . . .	» 57
Determinazione della pressione idrostatica sulle porte e sulle portine . . . . .	» ivi
Determinazione dell'angolo che debbono avere le portine con le braccia per far soffrire a queste una minima pressione . . . . .	» ivi
Procedimento per far soffrire ai bracci che ritengono le portine una eguale pressione . . . . .	» 58
Disposizione delle travi orizzontali delle porte per sottoporle ad eguali pressioni . . . . .	» 59
Calcolo per la determinazione delle altezze dei diversi centri di gravità . . . . .	» ivi
Calcolo della sezione delle travi della porta . . . . .	» ivi
Calcolo dell'anima che deve resistere al massimo sforzo tagliante . . . . .	» ivi
Travi sulle portine . . . . .	» 60

	Pag.
Calcolo del ritto girante della porta . . . . .	60
Procedimento mercè la Statica Grafica per semplicità di Calcolo . . . . .	ivi
Calcolo dei cardini . . . . .	61
Effetto del peso della porta sui cardini e sul ritto girante . . . . .	62
Calcolo del collare del cardine superiore . . . . .	63
Calcolo dei cardini delle portine . . . . .	ivi
Determinazione della reazione e dei rispettivi raggi . . . . .	ivi
Calcolo dei bracci che sostengono chiusa la portina e la porta . . . . .	64
Calcolo del perno di articolazione del braccio . . . . .	ivi
Calcolo della vite determinando le pressioni . . . . .	ivi
Determinazione dei passi che deve avere la chiocciola . . . . .	63
Pressione esercitata dalla chiocciola sulla vite . . . . .	ivi
Calcolo dei paradori delle stilate, uno dei quali fa da stipite della porta . . . . .	66
Saracinesche . . . . .	ivi
Tabella in cui veggonsi calcolata in ciascun mese dell'anno la portata, l'altezza d'acqua, la velocità e la forza motrice ed il numero delle turbine . . . . .	67
<b>N. 3.</b>	
Filtro . . . . .	68
Potabilità delle acque dei fiumi a preferenza di quella delle sorgenti naturali o artificiali . . . . .	ivi
Mezzi che la pratica di tutti i luoghi suggerisce per modificare le acque dei fiumi, qualora per estrinseche circostanze, queste vengono ad essere alterate . . . . .	ivi
Impossibilità di ritrovare nelle analisi delle acque dei fiumi delle tracce manifeste dei principii corruttivi . . . . .	69
Recente scoperta di G. Bischof di Glasgow per rendere l'acqua affatto immune da qualunque impurità mercè la filtrazione attraverso uno strato di ferro spungioso . . . . .	ivi
Parere dell'adunanza tedesca fur Gesenrheitspflg in Danzica . . . . .	ivi
<b>N. 4.</b>	
Turbine . . . . .	70
Calcolo della quantità di acqua disponibile in piena; si ritiene il volume riportato nella Monografia del Ministero dei LL. PP. e in magra ricavandola invece dalla minima altezza d'acqua . . . . .	70
Conferma che può aversi dalla idrologia di diversi fiumi . . . . .	71
Calcolo del n. delle turbine Schiels. . . . .	ivi
Determinazione degli angoli delle direttrici e delle palette ed altre parti . . . . .	ivi
Velocità da assegnarsi alle turbine per avere il massimo rendimento . . . . .	ivi
<b>N. 5.</b>	
Condotta complessa . . . . .	72
Calcolo per la determinazione dei diametri dei tubi della condotta forzata con la condizione della minima spesa . . . . .	ivi
Profilo in piccola scala della condotta per far vedere con le rispettive perdite di carica e livelli piezometrici la curva della linea di carica . . . . .	ivi
Sviluppo di tutti i calcoli necessari per tale determinazione. . . . .	73
<b>N. 6.</b>	
Tettoja . . . . .	76
Determinazione di tutte le dimensioni dei pezzi delle 4 incavallatore; catena, puntoni, monaco, razze e comignolo . . . . .	ivi
<b>N. 7.</b>	
Ordine del lavoro . . . . .	77
Distribuzione di tutti i lavori inerenti al taglio del fiume ed ai canali d'irrigazione, indicando l'ordine che debbono seguire l'uno all'altro . . . . .	ivi
Scavi . . . . .	ivi
Metodo da eseguirsi per le pile e spalle del ponte, particolarmente poi per l'alveo del fiume e relativo trasporto delle terre . . . . .	ivi
Stima dei lavori . . . . .	79
Quadro contenente tutte le quantità e prezzi unitari di ogni singola opera, distinti in lavori a corpo e lavori a misura col rispettivo impreviso, spesa di direzione ed interesse medio del Capitale durante il tempo necessario alla costruzione in L. 6409691,74 . . . . .	ivi

**N. B.** In questa memoria per economia di spesa non sono stati stampati tutti gli altri allegati al progetto; essi sono:

1. Il rilievo eidipsometrico della contrada col progetto del taglio ed opere affini alla scala di  $\frac{1}{2000}$ .

2. Il profilo e sezioni del nuovo alveo alla scala di  $\frac{1}{200}$  per le altezze e di  $\frac{1}{2000}$  per le lunghezze.
3. Le sezioni trasversali dell'antico letto del fiume.
4. Profili longitudinali e sezioni della condotta forzata e dei canali d'irrigazione, e serbatoio presso la Stazione di Aversa.
5. Pianta dell'edificio delle turbine e delle pompe, del salto della chiusa del filtro, del ponte, degli incili, dei canali e dei magazzini alla scala di  $\frac{1}{50}$ .
6. Sezione trasversale del fiume, degli edifici idraulici i mulini a valle di esso alla scala di  $\frac{1}{20}$ .
7. Edificio delle turbine alla scala di  $\frac{1}{20}$ .
8. Ponte a sbieco alla scala di  $\frac{1}{20}$ .
9. Particolari della chiusa alla scala di  $\frac{1}{50}$ .
10. Turbine e pompe alla scala di  $\frac{1}{100}$ .
11. Occupazione dei terreni.
12. Movimenti di terra.
13. Distribuzione e trasporto delle terre.
14. Opere d'arte.
15. Analisi dei prezzi

---

### Correzioni

a pag. 5 manca il N. II del Capo

- |   |    |            |            |                                    |                        |
|---|----|------------|------------|------------------------------------|------------------------|
| » | 12 | il II capo | deve dirsi | II bis                             |                        |
| » | 25 | verso 9    | in luogo   | anche                              | si legge perchè        |
| » | 27 | » 25       | »          | imbocco                            | » imbocco              |
| » | 40 | » 11       | »          | staccate dai                       | » attaccate ai         |
| » | 42 | » 22       | »          | $\frac{b}{t} = 1,50 + \log \omega$ | » $1,50 + \log \omega$ |
| » | 70 | » 35       | »          | sinistra                           | » destra               |

### Proprietà Letteraria

Tutte le copie non controsegnate dalla firma autografa dell'autore, saranno ritenute come contraffatte e si procederà a termine di legge.

